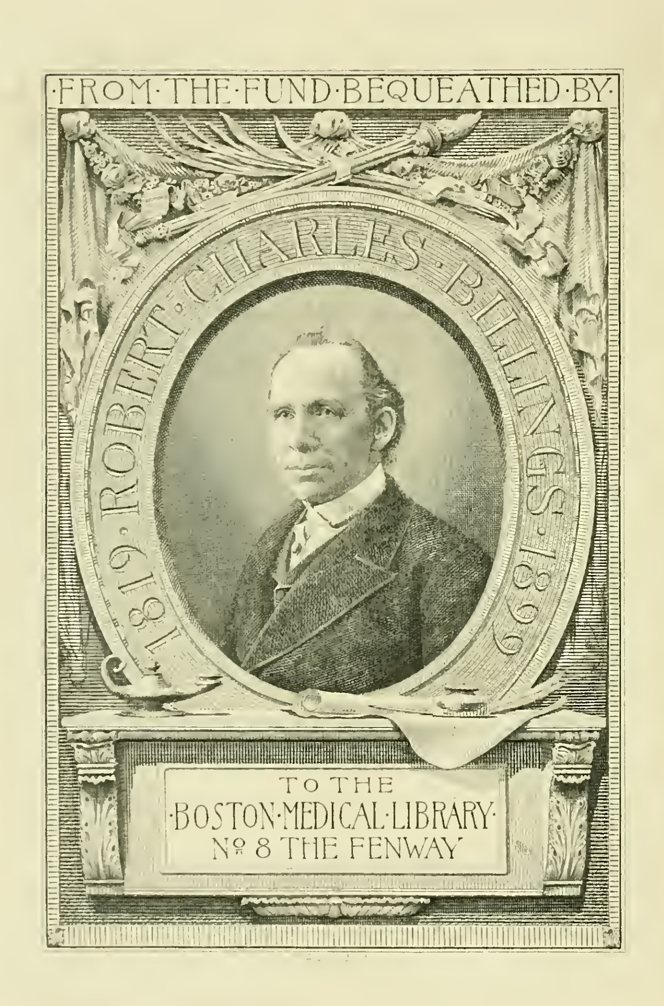



·FROM·THE·FUND·BEQUEATHED·BY·
1819·ROBERT·CHARLES·BILLINGS·1899
TO THE
·BOSTON·MEDICAL·LIBRARY·
Nº 8 THE FENWAY



Die Lokalanästhesie, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und praktische Anwendung

Ein Hand- und Lehrbuch

von

Prof. Dr. Heinrich Braun
Direktor des Königlichen Krankenstiftes in Zwickau.

Zweite, teilweise umgearbeitete Auflage

Mit 128 Abbildungen



LEIPZIG
Verlag von Johann Ambrosius Barth
1907



Spamersche Buchdruckerei, Leipzig.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Lokalanästhesie auf dem Gebiet der allgemeinen Chirurgie in der Ausdehnung anzuwenden, als es mit Nutzen für die Kranken möglich ist, war bisher nur derjenige in der Lage, der eine erhebliche Zahl einschlägiger Arbeiten studiert und durch Übung und Erfahrung die beschränkten Grenzen des Verfahrens kennen gelernt hatte. Die chirurgischen Hand- und Lehrbücher geben davon nur eine sehr allgemeine Anschauung, während sich die Spezial-Monographien, die die Lokalanästhesie behandeln, fast ausnahmslos auf die gewöhnlich über das Ziel hinausschießende Empfehlung einer bestimmten Methode beschränken. Vieles Einzelne ist in den letzten Jahren hinzugekommen, was die Ausübung der Lokalanästhesie erleichtert. Auch hat sich gezeigt, daß die schematische Anwendung *einer* Methode nicht das richtige ist, daß vielmehr beinahe jede Operation, jedes Gewebe, jeder Körperteil eine besondere Anästhesierungstechnik erforderlich macht, und Operationen häufig nur nach genauester Kenntnis der Innervation des Operationsfeldes unter Lokalanästhesie ausführbar sind.

Es ist daher wohl an der Zeit, einmal unsere gegenwärtigen Kenntnisse der Lokalanästhesie zusammenzufassen. Ich habe, wie bekannt, seit Jahren für diesen Zweck vorgearbeitet. Die in einer Anzahl von Arbeiten veröffentlichten Ergebnisse meiner Untersuchungen über die wissenschaftlichen Grundlagen der Lokalanästhesie bilden, auf der einen Seite mannigfach ergänzt und erweitert, auf der anderen Seite des Unwesentlichen entledigt und verkürzt, einen Teil des Inhalts dieses Buches. Die Entwicklung der verschiedenen örtlichen Anästhesierungsmethoden habe ich mich möglichst objektiv zu schildern bestrebt. Die praktische Anwendung der Lokalanästhesie habe ich so darzustellen versucht, daß dem Leser das Studium vieler Einzelarbeiten und die Notwendigkeit längerer Erfahrung erspart bleibt. Das war nur möglich in Form einer auf die Lokalanästhesie zugeschnittenen Operationslehre und mit Hilfe zahlreicher Abbildungen. Dieser Teil des Buches trägt natürlicherweise einen subjektiveren Charakter; denn ich kann nur beschreiben, wie ich selbst nach Kenntnis *aller* Methoden und jahrelangen Versuchen mit ihnen Operationen unter Lokalanästhesie ausführe. Durch die Einführung des Suprarenins als Hilfsmittel der

Lokalanästhesie ist deren Technik vielfach beeinflußt worden, wie überall zu erkennen ist. Photogramme und Zeichnungen sind zum größten Teil von mir angefertigt.

Zu einem anschaulichen Bilde der Lokalanästhesie gehört auch eine Darstellung ihrer Anwendung in den Spezialfächern (Ophthalmologie, Otologie, Rhinologie, Urologie). Bei der Abfassung dieser Abschnitte haben mich teilweise Spezialisten unterstützt, insbesondere bin ich Herrn Prof. Schwarz in Leipzig für seine Hilfe in dieser Richtung zu Dank verpflichtet. Ebensowenig durfte die Schilderung der Medullaranästhesie unterbleiben, da sie eine besondere Form der Lokalanästhesie darstellt und innerhalb gewisser Grenzen zu einer praktisch wichtigen Methode geworden ist. Eine Zusammenstellung der Literatur, die auf absolute Vollständigkeit keinen Anspruch macht, wird manchem Leser willkommen sein.

Leipzig, im März 1905.

Dr. H. Braun.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches ist viel auf dem darin behandelten Gebiet gearbeitet worden. Eine Anzahl neuer Anästhetica ist aufgefunden worden, von denen das Novokain erhebliche Bedeutung für die Lokalanästhesie in der Chirurgie erlangt hat. Ferner ist die synthetische Herstellung der in der Nebenniere enthaltenen gefäßkontrahierenden Substanz gelungen. Die diese Dinge betreffenden Kapitel mußten daher neu bearbeitet werden. Eine fast gänzliche Umarbeitung erforderte ferner der Abschnitt über Medullaranästhesie. Auch sonst sind mancherlei Zusätze, Ergänzungen und Verbesserungen nötig gewesen.

Zu großem Dank bin ich wiederum Herrn Prof. Dr. Schwarz und ferner Herrn Dr. Viereck verpflichtet, welche mir bei der Bearbeitung der Abschnitte über die Lokalanästhesie in der Ophthalmologie, Laryngologie und Otologie ihren wertvollen Rat erteilt haben.

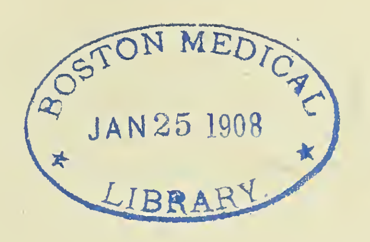
Zwickau, im Dezember 1906.

Prof. Dr. H. Braun.

Inhaltsangabe.

Verzeichnis der Abbildungen.





1. Kapitel.

Geschichte der Lokalanästhesie bis zur Entdeckung des Kokains.

Neben der antiseptischen, beziehungsweise aseptischen, Wundbehandlung ist die Möglichkeit, schmerzlos operieren zu können, die wichtigste Vorbedingung für die Entwickelung der modernen Chirurgie gewesen. Die Gefährlichkeit auch des kleinsten chirurgischen Eingriffes und die Qualen, durch welche die Kranken den meist unsicheren Erfolg erkaufen mußten, waren schwere Ketten, welche der chirurgischen Wissenschaft älterer Zeit anhingen. Die Versuche, die Wundbehandlung zu verbessern, waren ein Tappen im Dunkeln, solange nicht die Erkenntnis der Ursachen der Wundinfektionen und der Möglichkeit ihrer Bekämpfung einen sicheren Boden hatte gewinnen lassen. Die Wege, welche zur Erlösung der Kranken von chirurgischen Schmerzen führen konnten, waren weit klarer vorgezeichnet. Der Wunsch, die Schmerzen zu lindern, war so alt wie die Menschheit, seine Erfüllung ließ aber lange auf sich warten. Durch viele Jahrhunderte bestand hier ein unendlicher Kontrast zwischen Wollen und Vollbringen; er drückt sich aus in des großen Hippokrates Ausspruch: „Divinum est opus sedare dolorem", er wird kenntlich in den unzähligen Irrwegen, welche weiterhin in dem Streben nach dem Ziel eingeschlagen wurden, er äußert sich endlich, noch kurz vor Gewinnung desselben, mehr als zwei Jahrtausende nach Hippokrates, in den resignierten Worten Velpeaus: „Eviter la douleur dans les opérations, est une chimère, qui n'est pas permise de poursuivre." Die ältesten schriftlichen Überlieferungen, die wir besitzen, wissen von Erzeugung künstlichen Schlafs zu erzählen: Ägypter und Chinesen, griechische und römische Ärzte, die Medizinmänner afrikanischer Naturvölker (Felkin) kannten die berauschenden Eigenschaften narkotischer Pflanzensäfte und benutzten sie in Form

von Tränken, um die Schmerzen der Kranken bei chirurgischen Eingriffen zu lindern. Auch der Alkohol ist von alters her zu diesem Zweck versucht worden. Schon im Mittelalter aber wurden auch narkotische Inhalationen zur Erzeugung allgemeiner Anästhesie geübt. Schwämme, getränkt mit Saft der wundertätigen Alraunwurzel, des Schierlings, des Bilsenkrauts, des Mohns, sogenannte Schlafschwämme, dienten dazu, um die Dämpfe jener Pflanzensäfte den Kranken zuzuführen und sie in Schlaf zu versetzen. Das war der eine Weg, der zum Ziel führen konnte. Aber die alten Narkotisierungsmethoden waren zu gefährlich, wenn sie ihren Zweck erfüllen, und zu unvollkommen, wenn sie ungefährlich sein sollten. Denn es unterliegt keinem Zweifel, daß man einen Menschen an den Rand des Grabes bringt, den man mit Alkohol, Opium, Cannabis indica usw. so tief betäubt, daß die Sensibilität bis zur Möglichkeit schmerzlosen Operierens erlischt. Auf der anderen Seite hatte man sich überzeugt, daß ein halb betäubter Kranker den chirurgischen Eingriff in seine Gefühlsnerven schlechter ertrug als ein ganz wacher, und daß er dem Vorgehen des Operateurs größeren Widerstand entgegensetzte als dieser. Daher wird der Narkose mit solchen Mitteln bei den Wundärzten am Ausgang des Mittelalters nur noch selten, bei den späteren gar nicht mehr gedacht. Man muß das als einen Fortschritt in der Erkenntnis betrachten. Durch verschiedene, teils phantastische, teils zweckmäßige Vorkehrungen suchte man einstweilen Schmerzen zu verringern oder abzukürzen. Wir hören, daß eingefettete und erwärmte Instrumente beim Durchschneiden der Gewebe weniger Schmerzen erzeugen sollten, ja Instrumenten aus Silber und Gold wurde zeitweilig eine ähnliche Eigenschaft zugeschrieben. Geschicklichkeit nnd Schnelligkeit des Operateurs konnte die Leiden der Kranken wesentlich abkürzen; das zu ermöglichen, war denn auch ein wesentlicher Punkt bei der Ausbildung der Operationstechnik und bei der Konstruktion des chirurgischen Instrumentariums gewesen. Nicht ohne Interesse endlich ist die Vorschrift Lisfrancs, den ersten Schnitt bei einer Operation womöglich so anzulegen, daß er die das Operationsgebiet versorgenden Nerven durchtrennt. Erst mit der Entdeckung der Wirkungen der modernen Inhalationsanästhetica, des Stickstoffoxyduls, des Äthers, des Chloroforms, des Bromäthyls, beginnt die Geschichte der allgemeinen Anästhesie von neuem, um diesmal alsbald zu einem vorläufigen Abschluß zu gelangen.

Ebenso alt wie die Bestrebungen, zu narkotisieren, sind die Versuche, durch lokalanästhesierend wirkende Mittel chirurgische Schmerzen

zu beseitigen. Ägypten soll, nach Angabe der Autoren des Altertums und Mittelalters, bereits zwei derartige Mittel besessen haben. Das eine, entnommen dem heiligen Tier des Landes, bestand im Fett des Krokodils oder der getrockneten und gepulverten Haut desselben und soll, auf die Haut des Kranken gelegt, Anästhesie erzeugt haben: wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir es einreihen der durch religiöse und mystische Zeremonien unterstützten Suggestivtherapie alter und neuer Zeiten. Das andere, angeblich ägyptische, Mittel ist der viel erwähnte Stein von Memphis, der nach Plinius zum Zweck örtlicher Schmerzlosigkeit mit Essig auf der Haut verrieben, im Mittelalter aber fälschlich als allgemeines Anästheticum angesehen wurde. Wir wissen nach den vorhandenen Quellen nicht, was wir uns unter diesem Stein vorzustellen haben. Littré hat die Vermutung ausgesprochen, es sei eine Marmorart gewesen, die, in der bezeichneten Art angewendet, Kohlensäure enwickelt habe. Dem ist entgegenzuhalten, daß Kohlensäure die Sensibilität der intakten Haut nicht beeinflußt. Husemann hält es im Hinblick auf die auf Hörensagen beruhenden Angaben von Plinius und Dioskorides, und bei dem Umstande, daß sich in den bisher publizierten Übersetzungen altägyptischer Arzneibücher nichts darauf Bezügliches nachweisen läßt, für höchst problematisch, ob man im Altertum wirklich einen Lapis memphitis zur örtlichen Anästhesie verwendet hat.

Größere geschichtliche Bedeutung kommt einer schon in alter Zeit erfundenen lokalanästhetischen Methode zu, der Kompression der Nervenstämme. Sie erfüllte ohne Frage bis zu einem gewissen Grade ihren Zweck, und man war tatsächlich mit ihrer Hilfe imstande, bei Operationen an den Extremitäten, besonders bei den fast allein in Frage kommenden Amputationen, den Operationsschmerz selbst wesentlich zu mildern oder aufzuheben, wenn auch nur im Eintausch gegen den Schmerz, den die Kompression an sich verursachen muß. Sie hat daher auch den Strom der Zeiten lange überlebt, sie ist, nachdem alle anderen Anästhesierungsmethoden verlassen und vergessen waren, immer von neuem aufgetaucht, um freilich ebensooft ihrer Nachteile wegen wieder aufgegeben zu werden. Die Beobachtung, daß Kranke mit Neuralgien und anderen schmerzhaften Affektionen instinktiv durch Druck auf den schmerzenden Körperteil ihre Leiden zu lindern suchen, daß ferner an den Extremitäten unbeabsichtigte Drucklähmungen entstehen, und die Erfahrung, daß gelegentlich der ebenfalls schon in alter Zeit ausgeübten Umschnürung der Extremitäten zum Zweck der Blutsparung bei Amputationen lokale Sensibilitätsstörungen auftreten können,

mögen die Veranlassung gewesen sein zur methodischen Anwendung des Verfahrens. Nach Corradis Untersuchungen benutzte man schon im klassischen Altertum die Abschnürung der Extremitäten mit einem Band zu lokalanästhetischen Zwecken. Ebenso bedienten sich die arabischen Ärzte der Abschnürung mittels eines Knebels, nicht bloß um Blut zu sparen, sondern auch um den Schmerz zu lindern. Im 16. Jahrhundert wurde sie von Ambroise Paré zu gleichem Zweck empfohlen. Im 17. Jahrhundert erzählt Schumann von einer lokalen Narkose bei Amputation des Unterschenkels einer Frau im Jahre 1676, bei welcher Gelegenheit er sich in Lobpreisungen der die Blutung sowohl, wie den Schmerz verhindernden Ligatura fortis ergeht. „Während die zuschauenden Medici den bereits abgeschnittenen Fuß betrachteten, und der Wundarzt mit Verbinden beschäftigt war, fragte die Frau: ist der Fuß schon herunter? und freute sich, zu hören, daß alles vorüber sei."

Van Swieten und Theden zogen eine auf die ganze Oberfläche des Gliedes verteilte Kompression mit Hilfe forcierter Einwicklung vor, Juvet empfahl wieder die zirkumskripte Abschnürung der Extremität oberhalb des Operationsgebietes und hielt dieses Mittel für geeignet, die Sensibilität vollkommen zu unterdrücken. Durch viele Mißerfolge anderer Chirurgen und Äußerungen von autoritativer Seite kam aber die Methode wieder in Mißkredit. Desault sagt, daß sie zu seiner Zeit (also im Anfang des vorigen Jahrhunderts) allgemein gebräuchlich gewesen sei, er verwirft sie aber, weil eine Abschnürung der Extremitäten die Gefahr der Gangrän in sich birgt, wenn sie so fest ausgeübt werde, daß Anästhesie entsteht. 30 Jahre später nahm trotzdem Liégard das Verfahren wieder auf und beschrieb einige Zehenoperationen, die er nach Abschnürung des Unterschenkels über den Knöcheln schmerzlos ausführen konnte. Auch Velpeau empfahl die Methode auf Grund von Erfahrungen, die er gleichfalls bei Operationen an der großen Zehe gemacht hatte. In Deutschland scheint sie sich aber niemals eingebürgert zu haben. In England suchte 1784 J. Moore in anderer Weise die Kompressionslähmuug der sensiblen Nerven zu verwerten. Er konstruierte einen Apparat mit zwei Pelotten, von denen die eine den N. ischiadicus, die andere den N. cruralis komprimieren sollte, und beschreibt eine Unterschenkelamputation, die er auf diese Weise schmerzlos habe ausführen können, nachdem der Apparat $1\frac{1}{2}$ Stunde lang gelegen hatte. Allerdings hatte der Kranke gleichzeitig 1 Gran Morphium bekommen. Hunter, welcher Zeuge dieser Operation gewesen war, empfahl Moores Verfahren, ebenso

B. Bell, der es sogar als das einzige Mittel bezeichnete, das geeignet sei, Operationsschmerzen zu lindern. Andere Chirurgen hatten jedoch keinen Erfolg damit. Als Malgaigne versuchte, ein Brisement forcé des Kniegelenks mit Hilfe des Mooreschen Apparates auszuführen, mußte er die Operation unterbrechen, weil er keine Anästhesie erzielen konnte. Die Mängel des Apparates bestanden darin, daß er heftige Schmerzen und eine hochgradige venöse Stauung in der betreffenden Extremität verursachte. Eine ausreichende Kompression des N. cruralis dürfte wohl auch aus anatomischen Gründen unmöglich gewesen sein. Deshalb wurde Moores Verfahren bald wieder vergessen, beziehungsweise durch die einfache Abschnürung des Gliedes ersetzt. Zu Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde die Kompressions- oder Umschnürungsanästhesie im Anschluß an die Einführung der Esmarchschen Blutleere von den Chirurgen aller Länder von neuem theoretisch und praktisch untersucht und ist endlich auch in der allerneuesten Zeit wieder empfohlen worden.

Viel später wie die Kompression ist ein anderes, ebenfalls auf physikalischem Wege örtliche Schmerzlosigkeit erzeugendes Mittel, die Kälte, zu chirurgischen Zwecken verwendet worden. Ihrer wird zuerst um die Mitte des 16. Jahrhunderts von Thomas Bartholinus gedacht, der durch seinen Lehrer, den Neapolitaner Anatomen und Chirurgen Marco Aurelio Severino, ihre schmerzstillende Wirkung kennen gelernt hatte.*)

Seine Mitteilung ist später vergessen worden, und es vergingen drei Jahrhunderte, bis man die Abkühlung der Gewebe zu chirurgischen Zwecken brauchen lernte, obwohl wiederholt darauf bezügliche Beobachtungen gemacht worden sind. J. Hunter fand bei Tierversuchen, daß Kaninchenohren insensibel wurden, wenn er sie eine Zeitlang mit einer Kältemischung umgeben hatte. Larrey, der Chefarzt der napoleonischen Armee, erzählt, daß bei den Verwundeten, die er in der Schlacht bei Eylau (7.—8. Februar 1807) bei einer Temperatur von —19° amputieren mußte, die Sensibilität an den Extremitäten völlig aufgehoben war. Auch ein anderer französischer Militärarzt, Moricheau-

*) Thomas Bartholinus sagt: Antiquam cauterio ulcera in membris excitentur, nix affricata induit stuporem. Id me docuit Marcus Aurelius Severinus in Gymnasio Neapolitano olim praeceptor meus et hospes, Chirurgorum hoc saeculo princeps. Rectissime autem nivem in vasculum materiae convenientis capax, sed oblonga ad extremum et myrtiformi specie, conjectam, sine rei ullius interventu applicavit. A gangraenae metu securos non jussit, medicamento sub angustis parallelis lineis applicato, sensu vero post horae quadrantem sopito, secare locum indolentem licebit. (Zitiert nach Kappeler.)

Beaupré, der den russischen Feldzug Napoleons mitgemacht hatte, gedenkt der sedativen Wirkungen der Kälte, erwähnt aber keinen speziellen Fall, wo sie als Anästheticum gebraucht worden wäre. Erst durch Arnott (1848), Guérard, Richet (1854), besonders aber durch Richardson (1866) wurde die Abkühlung der Gewebe als Anästhesierungsmethode eingeführt und gilt noch heute als brauchbar für eine kleine Zahl chirurgischer Operationen und als Unterstützungsmittel bei anderen Anästhesierungsverfahren.

Wiederum in die ältesten Zeiten werden wir zurückgeführt, wenn wir den Versuchen nachgehen, die gemacht wurden, um durch chemisch wirkende Agentien, Arzneimittel, besonders Pflanzenmittel, örtliche Schmerzlosigkeit hervorzurufen. Am Schluß des 11. Gesanges der Ilias wird erzählt, wie Patroklus dem verwundeten Euripiles einen Pfeil aus der Lende schneidet, dann heißt es:

. . . „Auch rein mit laulichem Wasser“
„Wusch er das schwärzliche Blut; dann streut er bittre Wurzel“
„Drauf, mit den Händen zermalmt, die lindernde, welche die Schmerzen“
„Alle bezwang; und es stockte das Blut in erharschender Wunde.“

Die bis in die neueste Zeit zu verfolgende Idee, daß schlafmachende Mittel am Ort ihrer Applikation ihre eigenartige Wirkung ebenfalls entfalten müßten, hat überall den Anstoß zu lokalanästhetischen Versuchen gegeben. Mandragora, Hyoscyamus, Aconit, Mohnsaft und indischer Hanf wurden allenthalben im Altertum, bei den Hindus und Ägyptern, bei den Griechen und Römern zur Herstellung von schmerzlindernden Umschlägen, Pflastern, Elektuarien, Salben, Waschungen usw. benutzt, noch mehr vielleicht von Quacksalbern und Zauberern wie von Ärzten, und wohl weniger zur Prophylaxe gegen operative Schmerzen als zur Beseitigung bestehender schmerzhafter Leiden. Die altägyptische Medizin kannte (nach Prosper Alpin) dagegen Moxen aus betäubenden Stoffen zur Hervorrufung lokaler Anästhesie für chirurgische Zwecke. Es ist das nicht ohne Interesse, weil (nach Porter Smith) die Chinesen noch in neuerer Zeit, auch nachdem sie das Chloroform kennen und anzuwenden gelernt hatten, sich der im Pen-t'san-Kang-muh von Li-shi-chin (1597), d. i. ihrer ältesten Materia medica, vorgeschriebenen Moxen aus Datura tatula, Canabis indica, Atropa Mandragora, namentlich aber der Artemisia moxa zur lokalen Anästhesie bedient haben. Die Blätter der Artemisia moxa wurden mit Kalmusblättern zu Ballen geformt, auf die schmerzhafte Stelle oder da, wo eine Operation vorgenommen werden sollte, aufgelegt und angebrannt. Diese Artemisia wurde von den Chinesen so geschätzt, daß die von ihnen unterworfenen

Völkerstämme, wie die Südasiaten in Borneo, ihren Tribut in Artemisia-Camphor zahlen mußten. (Nach Köhler).

Im Mittelalter begegnen wir der lokalen Anwendung narkotischer Mittel zur Schmerzlinderung bei Operationen zuerst wieder in derselben Salernitaner medizinischen Schule, welche auch zuerst narkotische Inhalationen zu gleichem Zweck verwendet hat. Ein Mitglied dieser Schule, der als Lehrer des Ägidius von Corbeil bekannte Magister Salernitanus, gibt um die Mitte des 12. Jahrhunderts an, daß durch Kataplasmen von Mohn, Bilsenkraut und Alraunwurzel, wenn man sie auf die Haut der zu operierenden Stelle lege, die Sensibilität daselbst völlig aufgehoben werde.*)

Es ist schwer zu glauben, daß auf solche Weise wirklich zur Erzielung einer brauchbaren Anästhesie genügende Mengen dieser Substanzen durch die unverletzte Haut hätten aufgenommen werden sollen. Das Verfahren hat auch ebensowenig wie die ältesten Anästhesierungsmethoden jemals allgemeine Verbreitung gefunden. Aus neuerer Zeit (1850) haben wir nur einen Zeugen, der etwas Ähnliches versucht hat, Bouisson. Er erzählt, daß er eine Operation wegen Unguis incarnatus schmerzlos ausführen konnte, nachdem mehrere Tage lang die Zehe mit opiumhaltigen Umschlägen bedeckt worden war. Die gleiche Vorstellung, daß Mittel, die künstlichen Schlaf hervorzurufen geeignet sind, auch zur Lokalanästhesie, auf die Haut appliziert, brauchbar sein müßten, tauchte wieder auf nach Einführung der Äther- und Chloroformnarkose und fand ihren schärfsten Ausdruck in der Meinung Richardsons, der allgemeine und lokale Anästhesie für identische Prozesse, hervorgerufen durch Wasserentziehung der Gewebe, erklärte, und in dem Ausspruch Arans: „Que toutes les substances volatiles, auxquelles on a reconnu jusqu' à ce jour de propriétés anesthésiques générales, possèdent également des propriétés anesthésiques locales, ou en application intérieur, ou sur la peau."

In der Tat schienen ja auch für die flüchtigen Inhalationsanästhetica die Verhältnisse günstiger zu liegen, weil sie, wie Parisot vom Chloroform zeigte, die Haut verhältnismäßig leicht zu durchdringen vermögen. Die Richtigkeit dieser Vorstellung hat sich jedoch nur in sehr beschränktem Maße bestätigt. Einige dieser Substanzen erzeugen zwar, wenn man sie in gasförmigem oder flüssigem Zustande auf die

*) De Renzi. Coll. Salernit., zitiert nach Husemann: Est quoque notandum, quod papaver, jusquiamus, mandragora plurimum somnum provocant, unde pro sua nimia humiditate, si ex his fiat cataplasma et ponatur loco de quo debet fieri incisio, vel cyrurgia, omnino removebit sensibilitatem.

Haut einwirken läßt, nach mehr oder weniger heftigem Reiz und nach mehr oder weniger intensiver Gewebsschädigung oberflächliche und flüchtige Gefühlsstörungen, auch dann, wenn der Einfluß der Verdunstungskälte hierbei vermieden wird. Simpson, Nunneley, Aran, später Kappeler überzeugten sich von der Wirksamkeit des Chloroforms in dieser Richtung, aber auch von seiner intensiven Reizwirkung. Die ausführlichen Untersuchungen, welche Wittmeyer anstellte, hatten namentlich in betreff des auch schon von Wutzer, Aran und Nunneley geprüften Liquor Hollandicus (Äthylenchlorid) und Äther hydrochloricus chloratus (ein Gemenge von Tri- und Tetrachloräthylchlorid) positive Ergebnisse. Andere Inhalationsanästhetica aber, wie Äther sulfuricus und Amylen, blieben bei der Applikation auf die Haut unwirksam. Spätere Untersucher, wie Corning, konnten übrigens durch Chloroform lokale Anästhesie überhaupt nicht hervorrufen, und Bumm fand bei der Nachprüfung der von Wittmeyer empfohlenen Präparate, daß sie zwar einen sehr kurze Zeit dauernden Nachlaß der Schmerzempfindung bewirken, daß aber diese unvollkommene und sehr rasch verschwindende Anästhesie nicht genügt, um auch noch so oberflächliche und kurz dauernde Eingriffe auszuführen. Praktisch brauchbare Resultate haben also die geschilderten Versuche niemals gezeitigt, sie haben für uns das gleiche historische Interesse wie die Kataplasmen des Magister Salernitanus.

Ähnlich sind einige andere Mittel und Verfahren, zum Teil kurioser Art, zu beurteilen. Ihre Verwendung und Empfehlung entsprang dem lebhaften Wunsch nach einer brauchbaren lokalanästhetischen Methode, ihr Nutzen aber wurde gewöhnlich nur von ihrem Erfinder nicht angezweifelt. Einige derselben sollen der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden. Von der Blausäure sagen Simpson und Nunneley, daß sie das beste lokale Anästheticum sei, und viele andere schlossen sich dieser Meinung an, trotzdem noch niemand durch ein Experiment die Richtigkeit derselben konstatiert hatte. Simpson versuchte, dies zu tun, indem er einen Finger in ein mit Blausäure gefülltes Gefäß steckte, wurde aber durch das Auftreten allgemeiner beunruhigender Erscheinungen genötigt, das Experiment zu unterbrechen.

Auch mit der Kohlensäure ist sehr viel experimentiert worden. Daß sie unter Umständen lokalanästhetische Wirkungen entfalten kann, wurde von Percival 1772 entdeckt; er empfahl, ebenso wie später Ewart u. a., sie in Form von Gasduschen bei schmerzhaften Geschwüren zu verwenden. 1774 zeigten Ingenhous und Beddoes experimentell den sedativen Einfluß der Kohlensäure auf Teile der

Haut, die künstlich von der Epidermis entblößt worden waren. Broca und Skinner versuchten sie mit Erfolg bei schmerzhaften Blasenleiden, Simpson, Follin, Scanzoni, Maisonneuve, Monod und Demarquay bei Krankheiten der weiblichen Genitalien und verschiedenen anderen chirurgischen Leiden. Alle Beobachter stimmen darin überein, daß sie, auf die intakte Haut appliziert, keine anästhetische Wirkung ausübt, zur Schmerzstillung bei Operationen ist sie daher auch nur selten benutzt worden.

Als Kuriosum möge hier eingeschaltet werden, daß Guérin vorschlug, rings um das Operationsgebiet, um dasselbe insensibel zu machen, einen schmalen Hautstreifen mit Wiener Ätzpaste zu verschorfen; er hat auf diese Weise eine Mammaamputation, angeblich schmerzlos, ausgeführt und empfiehlt die Methode zur Nachahmung. Das Bemerkenswerteste an dieser Mitteilung ist, daß sie nicht aus dem Mittelalter, sondern aus dem Jahr 1883 stammt.

Die Ergebnisse, welche die einfache Oberflächenapplikation von gasförmigen und flüchtigen Mitteln für die Anästhesierung der Haut bis dahin geliefert hatte, waren somit höchst mangelhaft und praktisch nicht verwertbar. Daher kam Richardson auf den Gedanken, das Eindringen solcher Substanzen, denen man lokalanästhesierende Fähigkeiten zuschrieb, in die Haut mit Hilfe des elektrischen Stromes zu beschleunigen. Kurz sei hierbei des Umstandes gedacht, daß eine Zeitlang auch der galvanische und faradische Strom allein als Lokalanästheticum gegolten hat. Auf Empfehlung des Zahnarztes Francis in Philadelphia haben Rottenstein, Suerssen und viele andere Versuche unternommen, den elektrischen Strom zur Anästhesierung bei Zahnextraktionen zu verwenden. Foussagrives, Bygrave, Friedrich und Knorr bedienten sich seiner zu gleichem Zweck bei anderen kleineren Operationen. Die Erfolge des Verfahrens werden, zum Teil sogar enthusiastisch, gerühmt, obwohl eine Nachprüfung durch Nußbaum, von Bruns, Bumm u. a. seine völlige Zwecklosigkeit erwiesen hat. Es steht heute außer Zweifel, daß weder der induzierte, noch der konstante Strom eine lokalanästhesierende Wirkung ausübt, die zur schmerzlosen Ausführung der kleinsten chirurgischen Operation ausreicht. Bumm sagt hierzu: „Diese so widersprechenden Angaben der einzelnen Autoren würden unerklärlich erscheinen, wenn man sich den Umstand nicht vor Augen hielte, daß einerseits Selbsttäuschungen der Operateure nicht selten, andererseits die Angaben so vieler Kranken über subjektive Empfindungen ungenau, ja häufig unwahr sind.“ Das ist vollkommen richtig, überall in der

Geschichte der Lokalanästhesie spielt die Suggestion und Autosuggestion eine sehr große Rolle, keine noch so unvollkommene lokalanästhetische Methode hat es gegeben, welche nicht ihre Anhänger gefunden hätte. Dieses Umstandes sich zu erinnern, wird auch heute noch gelegentlich am Platze sein.

Richardsons „Voltaic narkotism" bestand darin, daß er die positive Schwammelektrode einer Voltaschen Säule mit Tinct. aconit., Extract. aconit. und Chloroform tränkte und auf die Haut aufsetzte. Er ging von der Idee aus, die Zirkulation des zu anästhesierenden Körperteils durch den galvanischen Reiz zu beschleunigen, dadurch geeigneter für die Aufnahme der narkotischen Substanzen und so insensibel zu machen. Aus den Kontrollversuchen Wallers ergab sich jedoch, daß die geringe, auf diese Weise hervorzurufende, natürlich auch mit starker Reizung verbundene, Insensibilität der Haut lediglich Wirkung der narkotischen Substanz war und in keiner Weise durch den galvanischen Strom beeinflußt wurde. Viel später (1886) hat noch einmal Adamkiewicz versucht, die Aufnahme von Chloroform durch die Haut mit Hilfe der kataphorischen Wirkung des elektrischen Stromes zu beschleunigen. Wiederum aber wurde von Paschkis und Wagner, nachher von J. Hoffmann zur Evidenz nachgewiesen, daß eine nennenswerte Kataphorese des den elektrischen Strom nicht leitenden Chloroforms auf diese Weise nicht zustande kommt. Über die neueren und etwas erfolgreicheren Bestrebungen, die Kataphorese zur Lokalanästhesie zu verwerten, siehe 9. Kap.

Die Anästhesierung der Schleimhäute durch örtliche Applikation von Arzneimitteln scheint in der älteren Medizin wenig oder gar nicht geübt worden zu sein, obwohl ja hier ihrer leichteren Durchlässigkeit wegen mehr hätte erwartet werden dürfen, wie von der Anästhesierung der intakten Haut auf dem gleichen Wege. Die vorhin erwähnte Verwendung der Kohlensäure zu lokalanästhetischen Zwecken betrifft zum Teil die Schleimhäute des Mundes, des Rachens, der Blase und der weiblichen Genitalien. Auch in neuerer Zeit wies Brown-Séquard darauf hin, daß durch einen starken Kohlensäurestrom, den man einige Minuten in die hinteren Teile des Mundes streichen läßt, der Kehlkopf völlig unempfindlich gemacht werden kann, und Gellé gebrauchte mit Erfolg einen in den äußeren Gehörgang geleiteten Kohlensäurestrom zur Beruhigung heftiger otalgischer Schmerzen. Hier und da wurden auch Äther- und Chloroformdämpfe zur örtlichen Anästhesierung der Schleimhäute versucht. Weitere Verbreitung haben diese Methoden niemals gefunden. Die Entdeckung des Kehlkopf-

spiegels im Jahre 1857 und der damit verbundene Aufschwung der Laryngologie machte den Wunsch nach einem die Schleimhaut des Kehlkopfes anästhesierenden Mittel zu einem ganz besonders dringenden. Im Jahre 1862 gesteht Lewin, daß es ein Mittel zur lokalen Kehlkopfanästhesie nicht gibt. Die in dieser Hinsicht dem Bromkali von Huette und Czermak zugeschriebenen Eigenschaften konnten andere (Lewin, Scheff) nicht finden. Ebensowenig haben sich die von Türck, Bruns und Schroetter, später von Scheff empfohlenen Pinselungen der Kehlkopfschleimhaut mit Chloroform, konzentrierten Morphiumlösungen und verschiedenen Zusätzen (Essigsäure, Alkohol) bewährt. Sie führten nur in einer kleinen Anzahl von Fällen eine Toleranz der Kehlkopfschleimhaut herbei und waren nicht ungefährlich, wegen der starken Reizwirkungen des Chloroforms und der Gefahr einer Morphiumvergiftung. Es mußten nämlich, um Erfolg zu haben, große Mengen von Morphium (nach Harris 0,6 Gran) verbraucht werden. Schroetter selbst hat zu Beginn seiner Versuche in dieser Richtung einen Todesfall an Morphiumvergiftung erlebt. Auch von Scheff wird das Verfahren Schroetters (wiederholte Pinselungen des Kehlkopfes mit Chloroform und starken Morphiumlösungen) als nicht ganz ungefährlich bezeichnet. Tobold hat bei Anwendung der ähnlichen Methode Türcks nie befriedigende Erfolge gesehen. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir die Allgemeinwirkung des Morphiums für den wesentlichen Faktor dieser Methode halten, da, wo sie die gewünschte Unempfindlichkeit des Kehlkopfes hervorgerufen hat. Sie ist obsolet geworden, nachdem schon von Zawerthal auf Grund ausgedehnter experimenteller Untersuchungen an Hunden und klinischer Erfahrungen am Menschen die lokale Anästhesierung des Kehlkopfs durch Chloroform und Morphium verworfen worden war.

Eine für unser Thema historisch wichtige Tatsache ist die Erfindung der hypodermatischen Injektion mittels durchbohrter Hohlnadeln durch Alexander Wood in Edinbourgh (1853). Seine Entdeckung gewann zunächst freilich ihre große Bedeutung als ein Mittel, Medikamente in den Kreislauf überzuführen. Es war damit aber auch eine neue Methode gegeben, welche erlaubte, chemisch oder auch physikalisch different wirkende Flüssigkeiten und Lösungen von Arzneimitteln mit den nervösen Bestandteilen der Gewebe an Ort und Stelle der Injektion in einen viel näheren Kontakt zu bringen, als das bis dahin möglich war. Und Wood selbst ging unmittelbar von diesem Gedanken aus. Er benutzte für seine ersten Injektionen Morphiumlösungen und Opiumtinktur und spritzte sie in die Nähe von Nerven-

stämmen, um die von ihm vermuteten lokalanästhesierenden Eigenschaften dieser Mittel bei der Behandlung von Neuralgien zu versuchen. Daß er gerade Morphium und Opium anwandte, entsprang wiederum lediglich der Idee, daß schlafmachende Medikamente auch am Ort der Injektion ihre Wirkung äußern müßten. Die Injektion von Morphiumlösungen zur Erzielung örtlicher Schmerzlosigkeit bei kleinen Operationen ist in den folgenden Jahren einigemal mit teilweisem Erfolg geübt worden, z. B. zur Extraktion eines Zehennagels, zur Kauterisation von Wunden und Geschwüren. In einigen Fällen ist der Erfolg ohne Frage auch hier durch die Allgemeinwirkung des Morphiums bedingt worden; so in einem Fall von Jarotzky und Zülzer, wo eine Frickesche Heftpflastereinwickelung des Hodens nach Injektion von 0,03 g Morphium an der Basis des Skrotums, und in dem Fall von Walker, wo nach Injektion von 1 Gran (0,06!) Morphium die Taxis einer eingeklemmten Hernie schmerzlos vonstatten ging. Eulenburg injizierte jederseits in die Gegend der Durchtrittsstelle des N. laryngeus superior durch die Membrana hyothyreoidea $^1/_8$ Gran (zusammen also 0,015) Morphium und erhielt auf diese Weise eine sehr vollkommene Anästhesie des Kehlkopfs. Viel später (1880) ist das gleiche Verfahren noch einmal von Roßbach beschrieben worden. Bei Nachprüfungen desselben sind aber die Erfolge ausgeblieben. Tobold (nach Eulenburg) fand, daß zwar die Empfindlichkeit der oberen Kehlkopfpartie nach der Einspritzung etwas herabgesetzt sei, eine für Operationen genügende Anästhesierung des Kehlkopfs jedoch auch durch dieses Verfahren nicht herbeigeführt werde. Auch Chloroforminjektionen wurden zu lokalanästhetischen Zwecken von Ch. Hunter gemacht, aber ihrer enormen, jeden Operationsschmerz übertreffenden Schmerzhaftigkeit wegen wieder aufgegeben. Pelikan und Köhler, letzterer allerdings mit großer Reserve, empfahlen das Glykosid Saponin, subkutan injiziert, als Lokalanästheticum. Heftige Reizwirkungen, mangelhafte Anästhesie und zum Teil schwere Allgemeinerscheinungen, wie sie von Eulenburg, Keppler und Kappeler bei der Injektion des Mittels beobachtet wurden, verboten indessen seine weitere Anwendung. Versuche, physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten, deren Temperatur, ihre quellende und wasserentziehende Wirkung auf die Gewebe mit Hilfe von Injektionen in dieselben zur Beeinflussung der Sensibilität zu benutzen, gehören der neueren Zeit an und werden später besprochen werden.

Man erkennt aus der vorstehenden historischen Übersicht, wie groß das Bestreben nach einer brauchbaren lokalen Anästhesierungsmethode

zu allen Zeiten gewesen ist. Nach der Einführung der Inhalationsnarkose wurde dasselbe nicht geringer, sondern intensiver. Vorher wußten es weder der Arzt noch der Kranke anders, als daß im allgemeinen chirurgische Operationen auch notwendig mit Schmerz verbunden waren. Jetzt lag die Sache ganz anders, schmerzhafte Operationen wurden in Narkose gemacht, die Kranken verlangten, schmerzlos operiert zu werden, die Narkose war aber, zumal in der ersten Zeit ihrer Anwendung, nicht ungefährlich. Um so mehr lag der Wunsch nahe, das erstrebte Ziel, Schmerzlosigkeit bei Operationen, zum zweiten Male und in einer weniger eingreifenden Methode zu gewinnen. Die Anläufe hierzu führten uns in die ältesten Zeiten der Geschichte zurück, die Wege, auf denen das Ziel erreicht werden kann, waren längst angedeutet oder vorgezeichnet. In jeder denkbaren Weise, durch physikalisch oder chemisch wirksame Faktoren, war versucht worden, die sensiblen Nervenstämme oder Nervenendigungen zu beeinflussen, sie zu lähmen und auf diese Weise lokale Anästhesie zu erzeugen. Die Kälte, die Kompression, Arzneimittel aller Art wurden verwendet. Letztere wurden auf Haut und Schleimhaut appliziert; ihr Eindringen in die Gewebe wurde durch den elektrischen Strom unterstützt, sie wurden in die Gewebe injiziert. Trotzdem hat sich aus der älteren Medizin eigentlich nur die Anästhesierung durch Kälte in die Neuzeit hinüber gerettet, während für den Erfolg der Versuche einer chemischen Anästhesierung das Punctum saliens, ein intensiv örtlich wirksames Mittel, fehlte. Erst mit der Entdeckung solcher Mittel, die übrigens nicht zu den Schlaf und Narkose machenden Substanzen gehören, gewannen jene Versuche greifbare Gestalt. Die neue Zeit beginnt daher erst eigentlich im Jahre 1884 mit der Einführung des Kokains, eines Mittels, das in seinen pharmakologischen Eigenschaften von allen bis dahin bekannten Substanzen abweicht, und welches in mancher Beziehung noch heute durch kein anderes Mittel hat ersetzt werden können. Die Geschichte der Lokalanästhesie ist von nun an im allgemeinen identisch mit der der Kokainanästhesie und wird an anderer Stelle abgehandelt werden.

---

2. Kapitel.

Sensibilität und Schmerz. Anästhesie und Anästhesierungsmethoden.

Sensibilität nennen wir die Fähigkeit des lebenden Körpers, auf Reize, die seine nervösen Elemente treffen, zu reagieren und sie zu Reflexen oder zu Wahrnehmungen, Empfindungen, Vorstellungen zu verarbeiten. Auge und Ohr, Geruch- und Geschmacksinn, Drucksinn, Temperatursinn, Muskelsinn und die sogenannten Gemeingefühle, von denen uns hier in erster Linie der Schmerz interessiert, unterrichten uns von dem Zustand der uns umgebenden Welt und von der Beschaffenheit unseres eigenen Körpers.

Der Schmerz wird von den Menschen gefürchtet, und der Arzt strebt danach, ihn zu lindern. Aber andererseits stellt er sich als eine segensreiche, der Erhaltung der Art und des Individuums dienende Einrichtung dar, da er dem Menschen von krankhaften Zuständen seines Körpers Kunde gibt. „Der traumatische Schmerz bringt uns zur Kenntnis, daß uns von außen eine Gefahr droht, welcher wir uns noch entziehen können, oder daß bereits eine Schädigung des Körpers stattgefunden hat, welche unserer Fürsorge bedarf, um weitere schlimme Folgen abzuwenden. Der Schmerz tritt als Warner auf, wenn wir uns unter schädlichen Lebensbedingungen befinden, deren weiteres Einwirken zu Gesundheitsstörungen führen würde. Der Schmerz stellt sich vor oder bei dem Ausbruch von Krankheiten ein und mahnt den Menschen daran, daß sein Körper sich in krankhafter Verfassung befindet und der Pflege bedarf. Der Schmerz, welcher durch körperliche und geistige Ermüdung erzeugt wird, nötigt uns Ruhe und Erholung auf. Der symptomatische Organschmerz, welcher von dem erkrankten Körperteil ausgeht, fordert den Kranken gebieterisch auf, das erkrankte Organ zu schonen. Der Schmerz ist der mächtigste Helfer des Arztes: seinen Weisungen folgt der Kranke in blindem Gehorsam, und er nimmt uns Ärzten manche Verordnung, manche Lebens- und Verhaltungsregel ab. Durch den Schmerz gebietet die Natur auch dem Lebhaftesten Ruhe, zwingt dem Tätigsten Schonung auf, nötigt den Eigensinnigsten zur Fügung unter die dem erkrankten Körper angemessenen Lebensbedingungen. Der Schmerz ist ein hartes, aber nützliches Gesetz der Natur. Allein wie jedes Naturgesetz ist er in seiner Konsequenz unbeugsam, in seiner Rücksichtslosigkeit blind und

daher brutal und grausam. Er erscheint nicht bloß als wohltätiger Warner, sondern auch als nutzloser Quäler. Auch bei unheilbaren Krankheiten, auch bei Leiden, bei welchen das Bewußtsein des Krankseins dem Menschen doch nichts nützt, weil niemand die Krankheit beeinflussen kann, erscheint der Schmerz und vernichtet schonungslos den Lebensgenuß, ohne irgendeinen körperlichen Vorteil dafür als Entgelt zu bieten.“ (Goldscheider.) Er fehlt oft gerade bei den gefährlichsten Krankheiten und wiegt die Kranken in Sicherheit. Er fehlt dann nicht und muß künstlich aufgehoben werden, wenn der Kranke sich einer sein Leben rettenden Operation zu unterziehen hat. „So ist es doch recht, daß wir Ärzte ihn, unseren Bundesgenossen, bekämpfen. Daß wir ihn nicht aus der Welt schaffen, dafür ist gesorgt. Und wir können und wollen ihn auch nicht missen. Denn nicht bloß als Mahner im Kampf gegen die feindlichen Mächte der Materie bedürfen wir seiner, sondern auch als Wecker ethischer Regungen: in der Erinnerung eigenen Schmerzes, sei es körperlichen, sei es seelischen, wurzelt zum großen Teil Mitleid und hilfreiche Menschenliebe.“ (Goldscheider.)

Die Schmerzempfindung ist, gleich jeder anderen Sinnesempfindung, an die Funktion der Großhirnrinde gebunden. Nach Flechsig endigen die schmerzleitenden Fasern in der zum Teil mit der motorischen Rindenregion zusammenfallenden „Körperfühlsphäre“. Bei Unterbrechung der von dieser Rindenregion ausgehenden Stabkranzfaserung in der Gegend zwischen hinterem und vorderem Ende des Thalamus tritt in der Regel komplette Anästhesie der anderen Körperhälfte ein (Türcksche Hemianästhesie). Bemerkenswert ist die Ansicht Flechsigs, daß die Schmerzempfindungen an eine andere Region der Körperfühlsphäre gebunden sind als die Tastempfindungen, wahrscheinlich an den Gyrus fornicatus. Die die Schmerzempfindung auslösende Erregung wird dem Hirn zugeführt durch die peripheren sensiblen Hirn- und Rückenmarksnerven. Innerhalb des Rückenmarks kommt nach allgemeiner Anschauung für die Entstehung des Schmerzes ausschließlich die Leitung durch die graue Substanz in Betracht. Daß das sympathische Nervensystem überhaupt zur Aufnahme und Weiterleitung Schmerz auslösender Reize befähigt ist, ist sehr unwahrscheinlich.

Ein geeigneter (mechanischer, chemischer, thermischer, elektrischer) Reiz kann Schmerz erregen, sowohl wenn er die in den Organen gelegenen Endorgane, als wenn er die zur Weiterleitung der Erregung bestimmten sensiblen Leitungsbahnen trifft. Die Schmerzempfindlichkeit, d. h. Reizbarkeit der ersteren scheint eine erheblich größere zu

sein, als die der letzteren. Das Gehirn dagegen ist, wie die Beobachtungen der Chirurgen zeigen, wenigstens an der konvexen Seite gänzlich unempfindlich gegen die gewöhnlichen, Schmerz- oder Druckempfindungen auslösenden Reize. Ein Unterschied gegenüber anderen Sinnesempfindungen ist hierin wohl kaum zu erblicken. Denn daß durch direkte Reizung gewisser Hirnteile etwa Licht- oder Gehörseindrücke entstehen können, ist sehr unwahrscheinlich. Hierzu gehört vielmehr stets eine durch äußere Sinnesorgane geleistete Umformung der Reizenergie. Auch klinische Erfahrungen sprechen eher gegen als für die Existenz einer Schmerzempfindlichkeit, sowohl des Gehirns als auch des Rückenmarks.

Die in der Großhirnrinde zustande gekommene Schmerzempfindung wird nach Teilen des Körpers, welche außerhalb des Gehirns liegen, projiziert, desgleichen wird bei Reizung eines sensiblen Nervenstammes der entstehende Schmerz in dessen Innervationsgebiet verlegt. Sticht man eine feine Nadel in den Stamm des N. ulnaris am Ellenbogen, so empfindet man im vierten und fünften Finger Parästhesien, welche als Erregung der Druck- und Temperaturnerven aufgefaßt werden können, und Schmerz. Ein zweiter Schmerz wird allerdings auch an der Reizungsstelle gefühlt. Da die Nervenfaser keine „Lokalzeichen" für Punkte ihrer Kontinuität besitzt, so muß angenommen werden, daß die Nervi nervorum den auf den Reizort bezogenen Schmerz vermitteln (Goldscheider). Die Lokalisation der Schmerzempfindung ist übrigens bekanntlich häufig sehr ungenau und gibt zu Täuschungen aller Art leicht Veranlassung. Der an einer bestimmten Körperstelle, in einem Organ gefühlte Schmerz kann also einem an Ort und Stelle, oder auf die zugehörige Leitungsbahn, oder auf das Gehirn einwirkenden Reiz sein Dasein verdanken. Denn wenn das Gehirn anscheinend auch nicht durch die gewöhnlichen, uns bekannten Reize direkt zu Schmerzempfindungen veranlaßt werden kann, so sind wir doch nicht im Zweifel darüber, daß viele Schmerzen nicht peripheren, sondern zentralen, kortikalen Ursprungs sind.

Unentschieden ist es bisher, ob der Schmerz eine besondere spezifische Sinnesenergie darstellt und in besonderen Leitungsbahnen mit spezifischen Endorganen verläuft. Die am meisten verbreitete Anschauung ist diejenige Goldscheiders. Nach ihr wird der Schmerz hervorgerufen durch eine übermaximale Erregung der gewöhnlichen zentripetalen Drucksinn- und Gemeingefühlsnerven. Schmerz- und Druckempfindung stellen also nicht verschiedene Modalitäten, sondern nur verschiedene Qualitäten der Empfindung dar. Bei schwachem

Reiz entsteht eine Druck- oder Tastempfindung, bei Überschreitung einer gewissen Reizstärke, neben oder anstatt der spezifischen Empfindung, Schmerz. Demgegenüber ist von Frey sehr entschieden für die Existenz besonderer Schmerznerven eingetreten, als deren Endorgane in der Haut er die intraepithelialen, freien Nervenenden auffaßt. Beide Anschauungen werden durch tatsächliche Beobachtungen und scharfsinnige Schlüsse von ihren Urhebern gestützt. Sie gegeneinander abzuwägen, ist hier nicht der Ort. Mir will es jedoch scheinen, als ob gewisse klinische Erfahrungen, wo eine isolierte Lähmung des Tastsinns oder der Schmerzempfindung bei Erkrankungen des Gehirns oder Rückenmarks beobachtet wurde, sehr schwer zu erklären seien, wenn man nicht getrennte Leitungsbahnen für beide annimmt, und daß unter diesen Umständen auch zu vermuten ist, daß sie voneinander getrennte Endorgane besitzen müssen.

Eine besonders hochgradige Empfindlichkeit schmerzhaften Reizen gegenüber nennt man Hyperalgesie, eine Herabsetzung des Schmerzgefühls Hypalgesie. Über- und Unterempfindlichkeit sind sehr oft zentralen, psychischen Ursprungs, gehören der Vorstellung an. Die Schmerzempfindlichkeit ist individuell ganz außerordentlich verschieden und wird von sehr zahlreichen Umständen in fast unübersehbarem Wechsel beeinflußt. Erziehung, Charakter und Intelligenz des Individuums, seine ganze ihm gewohnte Vorstellungswelt, Nationalität, Alter und Geschlecht, sein körperlicher Allgemeinzustand, bestimmen sein Verhalten gegen Schmerz. Der Ausdruck des Schmerzes, die Schmerzäußerungen sind freilich kein objektiver Maßstab der wirklichen Schmerzintensität. Denn der Schmerz ist hinsichtlich seiner Intensität im höchsten Grade von dem psychischen Zustande des Individuums abhängig. Eine plötzlich, unvermutet den Körper treffende schwere Verletzung wird nicht schmerzhaft empfunden. Ein Nadelstich tut weh, wenn er nicht unerwartet kam. Auch wenn die Hirntätigkeit anderweitig lebhaft in Anspruch genommen ist, und namentlich im Affekt, wird kein Schmerz empfunden. Kant war imstande, absichtlich seine Gedanken derartig auf ein bestimmtes Thema zu konzentrieren, daß er die gichtischen Schmerzen, an denen er litt, nicht mehr fühlte. Die Vorstellung des Schmerzes, oder besser die Furcht vor Schmerz — denn wir sind überhaupt nicht fähig, uns einen heftigen Schmerz wirklich vorzustellen — vermehrt seine Stärke. Willensstarke, intelligente Personen äußern ihren Schmerz weniger als schwächliche und ängstliche Naturen; letztere empfinden Schmerz da, wo andere ihn überhaupt nicht fühlen würden. Ganze Völker und Zeiten sind tole-

ranter gegen Schmerzen wie andere. Das harte und grausame Mittelalter war weniger empfindlich als die moderne Kulturwelt. Unkultivierte Naturvölker sind noch heute wenig empfindlich. Die im Mittelalter und auch jetzt bei vielen Völkern üblichen Grausamkeiten dürfen wir nicht mit unserer Vorstellung von Schmerz messen. Ebensowenig die im religiösen Affekt begangenen Kasteiungen, Selbstverstümmelungen und Selbstopfer christlicher und heidnischer Fanatiker. Mit dem Künstler, der sich in öffentlicher Schaustellung gegen Entgelt Nadeln in den Körper spießt, brauchen wir kein Mitleid zu haben, ihm fehlt vollständig die Vorstellung des Schmerzes, und Mucius Scaevola, als er in höchster Erregung seine Hand ins Feuer hielt, wird nicht so gelitten haben, wie wenn ein anderer Mensch hierzu gezwungen worden wäre. Der Nordländer erscheint uns weniger empfindlich wie der Südländer, der Städter empfindlicher als ein großer Teil der Landbevölkerung, der Greis toleranter wie Personen in der Blüte der Jahre. Dem Arzt, und besonders dem operierenden Arzt, treten diese psychischen Varianten der Schmerzempfindlichkeit alltäglich entgegen, und er muß im voraus wissen, was er seinen Kranken zumuten darf, wenn er sie ohne die, die Psyche ganz ausschaltende, Narkose operieren will. Gewiß ist das verschiedene Verhalten der Menschen bei schmerzhaften Eingriffen oft nur eine verschiedene Form der Schmerzäußerung. Dennoch müssen wir annehmen, daß bei einigen Individuen und Völkern das Schmerzgefühl physiologisch weniger entwickelt ist wie bei anderen. Beim Neugeborenen ist das Schmerzgefühl gering entwickelt, es ist sehr wahrscheinlich, daß es im späteren Leben, wie andere Sinnesempfindungen auch, in verschiedenem Grade ausgebildet wird. Wie und in welcher Form durch Erkrankungen des Hirns und Rückenmarks Hyperästhesie und Hypästhesie entstehen kann, hat für unser Thema kein Interesse.

Periphere Ursachen können ebenfalls eine meist partielle Über- oder Unterempfindlichkeit der Gewebe verursachen. Die Schmerzempfindlichkeit von Organen und Geweben, welche von Krankheiten befallen sind, ist häufig gesteigert, selten herabgesetzt. Am häufigsten gibt die akute Entzündung oder eine unter hohem Druck stehende Flüssigkeitsansammlung im Körper Veranlassung zu spontanem Schmerz und einer oft exzessiven Hyperästhesie. Unhaltbar und unbewiesen aber erscheint die Annahme, daß Organe, welche im gesunden Zustande gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzen, unter pathologischen Verhältnissen plötzlich schmerzhaft werden sollen. Die Fähigkeit, schmerzhafte Reize aufzunehmen und zum Gehirn zu leiten, muß viel-

mehr vorhanden sein, auch im gesunden Zustande, wenn Krankheit sie steigern soll. Erwähnt sei noch, daß örtliche Ernährungsstörungen und chronische Ödeme eine Herabsetzung der Empfindlichkeit der Gewebe hervorrufen können. Die Ursache dieser letzteren Erscheinung ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß derartige Ödeme eine andere physikalische Beschaffenheit und andere chemische Zusammensetzung haben wie die normale Ernährungsflüssigkeit, welche die Nervenelemente brauchen, wenn sie regelrecht funktionieren sollen.

Von nicht geringem Interesse für die Lokalanästhesie ist die Verteilung der Schmerzempfindlichkeit in den verschiedenen Organen und Geweben. Es ist sicher, daß die Organe teils große, teils geringe, teils gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzen. Ein bestimmtes Urteil darüber zu gewinnen, ist nicht leicht, weil uns allein der unter dem Bann von allerhand Vorstellungen stehende, lebende Mensch Auskunft geben kann, und wir ein objektives Merkmal für die Intensität des Schmerzes nicht besitzen. Wir sind in der Hauptsache auf Frfahrungen bei Operationen an nicht narkotisierten Kranken angewiesen. In neuerer Zeit haben sich namentlich Bloch und Lennander mit dieser Frage beschäftigt und auch das Wenige und Geringe zusammengestellt, was sich in der älteren Literatur darüber findet. Die Beobachtungen Blochs sind meiner Ansicht nach nicht immer einwandsfrei. Denn sie sind gewonnen an einer Bevölkerung, welche sichtlich sehr wenig schmerzempfindlich sein muß, ebenso offensichtlich unter dem suggestiven Einfluß des Operateurs und außerdem in vielen Fällen unter dem Einfluß kleiner Chloroformdosen gestanden hat, welche jedoch vollständig ausreichen, um das sogenannte Stadium analgeticum der Narkose herbeizuführen. Einzelne weitere Beobachtungen finden sich bei Schleich und einigen anderen, welche Operationen und Lokalanästhesie beschreiben. Sehen wir also, was über die Sensibilität der Organe gegen Schmerz bekannt ist.

Die Haut mit ihren außerordentlich zahlreichen Nervenendigungen gilt für das schmerzempfindlichste Organ des menschlichen Körpers. Bei den ohne Narkose und Lokalanästhesie ausgeführten Amputationen und Herniotomien der alten Zeit litten die Kranken bei weitem am meisten, wenn die Haut durchtrennt wurde, während der übrige Teil der Operation verhältnismäßig wenig schmerzhaft war (Montfalcon). Bloch bringt zahlreiche Belege für das Faktum, daß viele Operationen von Kranken leicht ertragen werden, wenn nur die Haut unempfindlich gemacht worden ist. Die Schmerzempfindlichkeit der Haut ist nicht gleichmäßig über die Körperoberfläche verteilt. Relativ

weniger empfindlich ist z. B. die Rückenhaut, besonders empfindlich sind die Fingerspitzen. Die Streckseiten der Extremitäten sind im allgemeinen weniger empfindlich wie die Beugeseiten. Bei Erkrankungen, besonders bei der akuten Entzündung, nimmt die Schmerzempfindlichkeit der Haut oft einen sehr hohen Grad an, so daß die leiseste Berührung und überhaupt jede Manipulation in der Gegend des Entzündungsherdes außerordentlich schmerzhaft ist.

Das lockere Unterhautzellgewebe besitzt offenbar nur eine sehr geringe oder keine selbständige Sensibilität, wohl aber zahlreiche sensible Leitungsbahnen, welche die Gefühlsnerven für die Haut enthalten. Sie liegen häufig neben den Blutgefäßen, innerhalb strafferer Bindegewebslamellen und begeben sich, je mehr sie sich zu größeren Stämmen sammeln, in die Tiefe, in die Nähe der Fascie. Beim Durchschneiden, bei Druck und Zug durch Haken und andere Instrumente, beim Fassen und Unterbinden von Gefäßen innerhalb des Unterhautzellgewebes werden oft Schmerzen ausgelöst, deren Intensität nach Körperteil und Individuum wechselt. Ähnlich wie das Unterhautzellgewebe verhalten sich auch die Muskeln. Man findet bei Operationen am nicht narkotisierten Menschen innerhalb der die Muskelbündel trennenden Bindegewebssepten zahlreiche, bei mechanischer Reizung schmerzhafte Punkte, welche sensiblen Leitungsbahnen entsprechen. Beim Einstechen von Nadeln in einen Muskel beim gesunden Menschen erweist sich die Muskelmasse selbst an den meisten Stellen als ganz gefühllos. Wird aber eine jener Leitungsbahnen von der Nadelspitze getroffen, so entsteht Schmerz. Das Sehnengewebe scheint gefühllos zu sein, wie bei der Ausführung von Sehnennähten leicht festgestellt werden kann. Hingegen kann dem manche Sehnen und die Sehnenscheide umhüllenden straffen Bindegewebe, ferner den Muskelfascien (Aponeurosen) oder den dieselben bedeckenden Bindegewebslamellen ein wiederum von Fall zu Fall wechselnder Grad von selbständiger, wahrscheinlich durch Nervenendigungen bedingter Schmerzempfindlichkeit kaum abgesprochen werden. Davon kann man sich außer bei Operationen und Verletzungen sehr leicht durch einige Versuche am eigenen Körper überzeugen. Ich benutzte hierzu eine sehr feine Stahlnadel oder Insektennadel. Man sticht dieselbe irgendwo am Körper durch die Haut in das Unterhautzellgewebe. Es ist zweckmäßig, die Einstichstelle zuvor mittels eines später zu schildernden Verfahrens (Quaddelbildung) unempfindlich zu machen, damit die Sensibilität der Haut selbst ganz ausgeschaltet wird. Im Unterhautzellgewebe kann man nun die Nadel parallel zur Hautoberfläche nach

allen Richtungen vorschieben. Dabei wird in der Regel nichts empfunden. Nur an einzelnen Stellen, nämlich wenn die Nadelspitze an einen Nervenstamm gerät, werden Parästhesien und Schmerz ausgelöst. Man richtet nun die Nadel senkrecht in die Tiefe. Sobald ihre Spitze die Muskelfascie oder die dieselbe bedeckende straffe Gewebsschicht berührt und an ihr Widerstand findet, entsteht an den meisten Stellen ein nicht unerheblicher Schmerz, während wenige Stellen gefühllos sind. Dieser Schmerz wird ziemlich gut lokalisiert. Eine Empfindung anderer Art als eine Schmerzempfindung, also etwa eine Druck- oder Tastempfindung, vermochte ich in der Fascie niemals auszulösen. Auch Parästhesien, wie sie charakteristisch sind bei Reizung sensibler Nervenstämme, welche zur Haut ziehen, fehlen vollständig. Ein Schmerz von ganz demselben Charakter entsteht, wenn die Nadelspitze die Oberfläche von Sehnen, z. B. der Achillessehne, berührt. Das Durchstechen der Sehne ist gefühllos, sobald die Nadel an die Hinterfläche der Sehne gelangt, entsteht wiederum Schmerz, und zwar immer nur Schmerz und keine andere Empfindung. Die Tenotomie der Achillessehne bei bloßer Anästhesierung der Haut allein ist daher, wie ich entgegen Bloch glauben muß, eine für die meisten Menschen sehr schmerzhafte Operation.

Das Periost halten Haller, Piorry und Bloch für nicht schmerzempfindlich, wenigstens im gesunden Zustande. Es wäre das sehr verwunderlich bei einem an Nervenelementen so reichen Gewebe. Die Annahme ist aber auch sicher nicht richtig. Prüft man das Periost eines gesunden, vorurteilslosen Menschen in der oben erwähnten Weise mit der Nadelspitze, so ergibt sich, daß es an einigen Stellen außerordentlich schmerzempfindlich ist; an der Vorderfläche der Tibia, an den Rippen, an der Patella, am Alveolarfortsatz finden sich kaum Stellen, wo der Einstich der Nadel nicht mindestens ebenso schmerzhaft ist wie der Einstich in die Hant. Der Schmerz wird ziemlich gut lokalisiert. An der Hinterfläche der Tibia, an der Außenseite des Femur, am Radius, an der Fibula, wo ich derartige Untersuchungen vornahm, sind die schmerzhaften Stellen viel spärlicher, dazwischen finden sich solche, an denen die Nadel keinerlei lokalisierte Empfindung auslöst; mir schien lediglich die beim starken Aufstoßen der Nadel auf den Knochen entstehende Erschütterung des ganzen Knochens empfunden zu werden. Etwas anderes als eine reine Schmerzempfindung konnte ich im übrigen weder bei Berührung des Periosts noch des Knochens hervorrufen. Wenn ich bei Kopfverletzungen das freiliegende Periost prüfte oder gar vom Knochen abzuheben suchte, so

erwies es sich ausnahmslos als sehr schmerzempfindlich. Die Empfindlichkeit des Kieferperiosts lehrt die alltägliche Erfahrung. Der Grad der Empfindlichkeit mag, wie überall, in hohem Maße von Ort und Individuum beeinflußt werden. Im allgemeinen aber muß das Periost als ein besonders schmerzempfindliches Gewebe angesehen werden, auch im normalen Zustande. Damit stimmen auch Lennanders Beobachtungen überein.

Über die Schmerzempfindlichkeit des Knochens selbst und des Knochenmarks ist folgendes zu bemerken. Monfalcon sagt, daß die Kranken bei Amputation einen fürchterlichen Schmerz empfinden, wenn die Haut durchschnitten wird, daß sie weniger klagen beim Durchschneiden der Muskeln, und daß sie nicht zu leiden scheinen beim Durchsägen des Knochens. Piorry dagegen hält das Knochenmark beim Durchsägen, beim Einführen einer Sonde, beim Einspritzen irritierender Flüssigkeiten für sehr schmerzhaft. Nach Ried, der über Amputationen unter Lokalanästhesie berichtet, war allein für die Knochendurchtrennuug eine kurzdauernde Narkose nötig. Auch Schleich hält Knochen und Knochenmark für empfindlich. Nach Blochs Beobachtungen bei Amputationen und Meißeloperationen soll das gesunde Knochenmark wohl Empfindungen, aber keine Schmerzen auslösen. Die zum Beweis angeführten Fälle sind aber nicht einwandsfrei, weil sie unter oberflächlicher Chloroformnarkose ausgeführt worden sind. Nach Bichat (zitiert nach Bloch) soll die Schmerzempfindlichkeit der langen Röhrenknochen im mittleren Teil der Diaphysen größer sein als gegen die Epiphysen hin. Das Knochenmark der kurzen und flachen Knochen soll weniger empfindlich sein.

Soviel ist sicher, der Knochen empfängt seine sensiblen Nerven, die er unzweifelhaft besitzt, im wesentlichen aus dem Periost. Ein Knochen, an dem ringsherum das Periost abgelöst oder künstlich unempfindlich gemacht wurde, besitzt an der betreffenden Stelle auf seinem ganzen Querschnitt keinerlei Sensibilität mehr, bei partieller Ablösung aber ist der freiliegende Teil des Knochens unempfindlich und kann aufgemeißelt werden. Das Knochenmark ist alsdann nach Schleichs Beobachtung nicht unempfindlich, denn er mußte es besonders anästhesieren. Auch Piorrys Beobachtung, daß das Sondieren einer Knochenfistel oft schmerzhaft ist, ist ja unzweifelhaft richtig. Ich habe einige Untersuchungen an breiten Knochenmulden der Tibia, deren vordere Wand bei Osteomyelitis fortgenommen war, gemacht. In diesen Fällen war, obwohl das Periost im hinteren Umfang des Knochens erhalten gewesen ist, der Knochen nur an einzelnen Stellen

und nur sehr wenig schmerzempfindlich. Man kann solche Knochenhöhlen ausschaben und nur, wenn man mit dem Löffel an das Periost des Knochenrandes gerät, werden lebhaftere Schmerzen ausgelöst. Andere Empfindungen als Schmerz vermag ein derartiger Knochen nicht hervorzurufen, Druckreize und Temperaturempfindungen werden absolut nicht empfunden. Nur die Erschütterung des ganzen Knochens oder der ganzen Extremität wird bemerkt, vermutlich infolge einer Erregung des Lagegefühls.

Der Knorpel ist gefühllos (Bloch, Lennander), wogegen das Perichondrium, wo ein solches vorhanden ist, nervenreich und unzweifelhaft auch schmerzempfindlich ist.

Gelenkkapseln, Bänder und namentlich die Synovialmembranen erfordern unbedingt eine Anästhesierung bei Operationen. Die Empfindlichkeit der Synovialmembranen ist, wie bei ihrem Reichtum an Nervenelementen gar nicht anders zu erwarten ist, auch im nicht akut entzündeten Zustande oft eine sehr große. Die Injektion reizender Flüssigkeiten in ein Gelenk ist meist sehr schmerzhaft, bei Arthrotomien des Kniegelenks habe ich die Synovialis stets schmerzempfindlich gefunden. Gelenkkapseln und Bänder enthalten stets Leitungsbahnen, welche bei Zerrung und Durchschneidung mehr oder weniger heftige Schmerzen verursachen. Haller hielt Ligamente und Kapseln für gefühllos. Nach Bloch besitzt keins der ein Gelenk konstituierenden Gewebe ausgesprochene Schmerzempfindlichkeit. Das Beispiel, welches Bloch zum Beweis der Richtigkeit dieser Annahme unter anderen anführt, muß ich hier wiedergeben.

Es handelte sich um ein 29jähriges Mädchen mit chronischer Ostitis am Condylus externus femoris. Die Esmarchsche Binde wurde angelegt. Auf die Haut wurde Äthylchlorid appliziert und ohne Reaktion eine Inzision von 6 cm Länge gemacht. Das Kniegelenk wurde geöffnet, die Innenfläche des Gelenks, in der Absicht, die Sensibilität zu prüfen, nach allen Richtungen mit Instrumenten untersucht. Es folgte Ablösung des Periosts vom Condylus externus, der Knochenherd wurde mit dem Meißel geöffnet und ausgeräumt. Die Kranke empfand keinen Schmerz. Die Operation dauerte 11 Minuten, also eine Zeit, in der die Abschnürung der Extremität kaum eine nennenswerte Herabsetzung der Sensibilität hervorgerufen haben kann.

Ich will ein ähnliches Beispiel einer schmerzlosen Operation mitteilen.

Ich operierte am 7. Juli 1899 einen 25jährigen, geistig wenig regsamen, sonst namentlich in bezug auf sein Nervensystem vollständig gesunden Arbeiter wegen einer Pseudoarthrose der Ulna. Zur Ausführung des Hautschnitts wurde die Haut mit Kokainlösung infiltriert. Dann wurde der Knochen freigelegt, das Periost abgelöst, das zwischen den Knochenenden liegende Bindegewebe ex-

zidiert, der Knochen angefrischt und mit Draht genäht, die Wunde durch die Naht geschlossen.

Der Kranke hat während der $1^1/_2$ stündigen Operation keinen Schmerz gefühlt. Am 19. Oktober wurde, da eine knöcherne Vereinigung der Bruchenden nicht zustande gekommen war, die Operation wiederholt, ohne Anwendung irgend eines Anästheticums. Sie war auch diesmal nach Angabe des Kranken vollkommen schmerzlos. So wäre also die Anästhesierungsfrage auf die einfachste Weise gelöst. Man bestäubt die Haut mit Chloräthyl, oder auch nicht, operiert, und der Kranke fühlt nichts und klagt nicht. Eine Verallgemeinerung solcher Erfahrungen, die wohl jeder Chirurg gemacht hat, ist jedoch leider nicht möglich, und derartige Kranke zu Sensibilitätsstudien zu verwenden, ist nicht angängig.

Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß die bisher erwähnten, von zerebrospinalen Nerven innervierten Gewebe bisweilen, besonders wenn sie akut entzündet sind, aber auch infolge zentraler, physiologischer Hyperästhesie, eine außerordentlich hochgradige Schmerzempfindlichkeit besitzen können, so daß der Schluß, eins dieser Gewebe sei unempfindlich gegen Schmerz, durchaus unzulässig ist.

Schleimhäute. Die Schleimhaut des Mundes, der Nase, des Rachens ist mehr oder weniger schmerzempfindlich, auch im normalen Zustande. Bei Operationen zeigt die Schleimhaut der Highmorshöhle und Stirnhöhle dasselbe Verhalten. Ebenso ist die Schleimhaut der Paukenhöhle schmerzempfindlich. Einem wirklich unter allen Umständen und bei jedem, auch dem empfindlichsten Menschen insensiblen Organ begegnen wir zum ersten Male bei der Schleimhaut des Magen- und Darmkanals. Die Insensibilität beginnt schon im Ösophagus — der verschluckte Bissen verschwindet für die Empfindung, sobald er den Rachen passiert hat — und erstreckt sich bis in das Rektum. Hier beginnt die Schmerzempfindlichkeit wieder und erreicht im Analteil bekanntlich einen hohen Grad. Die vollständige Unempfindlichkeit der Schleimhaut des Dickdarms gegen mechanische, chemische und thermische Reize ist schon von Steinhäuser (1831) beobachtet worden und kann an einem an der vorderen Bauchwand angelegten Anus praeternaturalis oder an der nach Rektumexstirpation in der Analgegend oder Sakralgegend eingenähten Flexur leicht festgestellt werden. Derartige Untersuchungen sind u. a. von Bloch und Lennander vorgenommen worden, die Unempfindlichkeit der Flexurschleimhaut konnte ich, wie Lennander, noch mehrere Jahre nach einer Rektumexstirpation feststellen. Auf die Sensibilität der Bauchorgane wird

nachher noch zurückzukommen sein. In welchem Grade die Kehlkopfschleimhaut schmerzempfindlich ist, kann wegen ihrer hochgradigen Reflexempfindlichkeit sehr schwer festgestellt werden. Groß scheint die Schmerzempfindlichkeit nicht zu sein. Kehlkopferkrankungen und Fremdkörper im Kehlkopf pflegen nur dann erhebliche Schmerzen zu verursachen, wenn sie bis auf das Perichondrium vorgedrungen sind. Die Trachealschleimhaut ist nach Bloch und Lennander unempfindlich. Die Schleimhaut der Urethra besitzt auch im normalen Zustande eine nicht unbedeutende Schmerzempfindlichkeit, und wenn Bloch die Spaltung der männlichen Urethralmündung für einen wenig schmerzhaften Eingriff erklärt, so werden damit wenige Kranke einverstanden sein. Ob der bei Dehnung der Harnröhre auftretende Schmerz von der Schleimhaut selbst ausgelöst wird, ist sehr fraglich. Die Schleimhaut der normalen Harnblase ist sehr wenig empfindlich, teilweise sogar unempfindlich. Bloch fand an einer durch Sectio alta eröffneten, entzündeten Blase die Schleimhaut des Fundus unempfindlich, diejenige des Blasenhalses aber schmerzempfindlich. Die Schleimhaut des Introitus vaginae besitzt sehr große Schmerzempfindlichkeit, eine viel geringere, nach Lennander gar keine, diejenige der Vagina selbst. Ebensowenig empfindlich ist die Schleimhaut des Uterus.

Ein weiteres Organ, welches auf die gewöhnlichen äußeren Reize absolut nicht reagiert, ist das Gehirn. Es wurde bereits oben darauf hingewiesen, wie die klinischen Erfahrungen bei Hirnerkrankungen kaum die Annahme gestatten, daß dieses Organ schmerzempfindlich sei. Durch die Beobachtungen der Chirurgen ist die Tatsache der Unempfindlichkeit wenigstens der Konvexität der Hemisphären vielfach bestätigt worden. Ich hatte zweimal Gelegenheit, derartige Beobachtungen an Individuen mit klarem Verstande anzustellen. Einmal bei einem Kranken, dem ich einen Abszeß der motorischen Rindenregion geöffnet hatte, und bei dem anhaltende Temperatursteigerungen den Verdacht auf einen tiefer in der Hemisphäre gelegenen Abszeß erweckten, das andere Mal bei einem wegen gliomatöser Hirnzyste zwei Jahre vorher operierten Kranken mit Knochendefekt im Scheitelbein, wo ein Rezidiv vermutet wurde. In beiden Fällen wurde die Hemisphäre nach allen Richtungen punktiert, im ersten Fall auch der zuerst gefundene Abszeß durch Inzision erweitert. Die Kranken hatten weder Schmerz noch eine andere Empfindung. Bloch, Schleich und Lennander haben ebenfalls die Unempfindlichkeit des freiliegenden Gehirns konstatiert. Daß beim Verbandwechsel nach Operationen am Gehirn und bei komplizierten Schädelfrakturen die Hirnsubstanz gefühl-

los ist, haben wohl alle Chirurgen gelegentlich bemerken können. Die Dura mater soll nach Piorry, der sich auf Berefeld, Legat, Fontana und Caldani beruft, schmerzempfindlich sein, während Chaussier, Richerand, Portal (zitiert nach Bloch) sie für ganz insensibel hielten. Ich fand bei Operationen an der Konvexität die Dura stets ganz gefühllos. Gegen die Schädelbasis hin dagegen ist sie schmerzempfindlich.

Letzteres habe ich zweimal feststellen können. Das erstemal bei einer osteoplastischen Resektion zur Entfernung eines Glioms der motorischen Rindenregion. Der Fall ist im 11. Kapitel genauer mitgeteilt. Gegen die Konvexität hin war, wie sonst, auch hier die Dura gefühllos. Gegen die Schädelbasis hin, in Höhe des Jochbogens, war sie dagegen schmerzempfindlich. In einem anderen, kürzlich operierten Fall handelte es sich um ein Dermoid im Hinterhauptbein, in der Gegend der Protuberantia occipitalis, welches die Tabula externa sowohl, wie die Tabula interna perforiert hatte und mit der Dura verwachsen war. Nach Anästhesierung der äußeren Nerven ließ sich die Freilegung der Zyste, die Wegnahme der überhängenden Teile der Tabula externa schmerzlos ausführen, die Dura mater aber war bei Insensibilität aller übrigen Teile des Operationsfeldes sehr schmerzempfindlich.

Sehr interessante und wichtige Untersuchungen über die Sensibilität der Bauchhöhle und der Bauchorgane verdanken wir Lennander. Die älteren Angaben hierüber widersprechen sich vielfach. Haller hielt das Peritoneum und die Darmschleimhaut für gefühllos, die Submucosa dagegen für empfindlich. Bei Tieren zeigte Leber, Milz und Niere sehr geringe Empfindlichkeit. Piorry hielt die serösen Häute für insensibel und teilt als Beweis mit, daß Bichat gesehen habe, wie Hunde ihre eigenen aus einer Bauchwunde vorgefallenen Darmschlingen auffraßen. E. H. Weber wies nach, daß prolabierte menschliche Darmschlingen unempfindlich gegen Kälte, Schmerz und Druck waren. Seit der Einführung des Kokains sind sehr viele Bauchoperationen ohne Narkose ausgeführt worden, und die Chirurgen haben reichlich Gelegenheit gehabt, sich von der Gefühllosigkeit des Magen- und Darmkanals samt seines peritonealen Überzugs zu überzeugen. Doch hielt man immer an der Meinung von Flourens, Richet und Bloch fest, daß die Bauchorgane im entzündeten Zustande schmerzhaft werden könnten. Demgegenüber hat Lennander auf Grund sehr zahlreicher Einzelbeobachtungen, ich glaube einwandsfrei, festgestellt, daß derjenige Teil des Abdomens, welcher allein oder doch in der Hauptsache Schmerzempfindungen im gesunden und kranken Zustande vermittelt, das Peritoneum der vorderen und hinteren Bauchwand, ferner des Beckens, des Zwerchfells, soweit es von spinalen Nerven innerviert wird, ist, während das Peritoneum viscerale, Magen und Darm, Omentum und Mesenterium, auch bei akuter Peritonitis

und sonstigen Erkrankungen dieser Teile, ferner Gallenblase, Nieren und Leber keine Schmerz-, Berührungs-, Wärme- und Kältenerven besitzen. Daß Magen, Darm, Mesenterium und Omentum im entzündeten, erkrankten Zustand ebensowenig empfindlich sind wie im gesunden, habe ich bei Operationen regelmäßig konstatieren können, ebenso, daß die Empfindlichkeit des parietalen Peritoneums bei akuter Entzündung nicht immer, aber meistens außerordentlich gesteigert ist. Die Serosa bzw. die Subserosa der vorderen Bauchwand und der Fossae iliacae ist auch im gesunden Zustande sehr empfindlich gegen Klemmen, Schneiden, den Thermokauter und nicht zum wenigsten gegen Zerrung und Dehnung. Der Schmerz wird lokalisiert, die Patienten können angeben, ob der Reiz rechts oder links einwirkt. Die Schmerzempfindlichkeit des parietalen Peritoneums beruht auf seiner Innervation durch die Interkostal-, Lumbal- und Sakralnerven. Temperatursinn konnte Lennander am Peritoneum nicht nachweisen. Schmerzen bei Abdominalerkrankungen und bei Operationen werden, abgesehen von direkten Insulten des parietalen Peritoneums, dadurch ausgelöst, daß dasselbe Zerrungen ausgesetzt wird. So ist z. B. das Einstopfen und Entfernen von Kompressen zwischen Eingeweide und vorderer Bauchwand schmerzhaft, das Einstopfen und Entfernen zwischen Darmschlingen unempfindlich. Adhäsionen sind nur dann empfindlich, wenn ihre Trennung eine Zerrung des parietalen Peritoneums verursacht. Bezüglich des Mesenteriums bedarf die Ansicht Lennanders vielleicht eine Einschränkung. Ich habe bei gangränösen Hernien und Darmresektionen das Mesenterium meist unempfindlich gefunden. Ein einziges Mal war es sehr empfindlich. Es handelte sich um einen eingeklemmten Leistenbruch bei einem Mann. Es mußten etwa 20 cm Dünndarm entfernt werden. Das Abbinden des Mesenteriums des von seiner Einklemmung befreiten, in der Wunde liegenden Darms war der einzige schmerzhafte Akt der unter Lokalanästhesie ausgeführten Operation. Jedesmal wenn einer der Fäden geknotet wurde, klagte der Kranke sehr. Mir war das so auffallend, daß ich genau darauf geachtet habe, daß kein Zug am Mesenterium ausgeübt worden ist. Auch Bier fand, daß das Abbinden der Mesenterien „meist" schmerzhaft ist. Mir scheint dies die Ausnahme zu sein, vorausgesetzt, daß das Mesenterium nicht gezerrt wird. Wenn es in einzelnen Fällen direkt schmerzhaft ist, so widerspricht das nicht der Auffassung Lennanders, daß alle vom Sympathicus allein innervierten Organe gefühllos sind. Denn warum soll man nicht glauben, daß gelegentlich zerebrospinale Nervenfasern von der hinteren Bauchwand sich mehr oder weniger weit in das

Mesenterium einer Darmschlinge verirren. Mit einer scharfen Linie kann ja doch die auch nach Lennanders Annahme schmerzhafte Zone eines großen Teils der hinteren Bauchwand nicht gegen den Darm zu abschneiden. Es werden wohl da auch manche Varietäten in der Verbreitung der Schmerznerven vorkommen.

Die Gallenblase habe ich zweimal unter Lokalanästhesie geöffnet und kann nur die Beobachtung Lennanders bestätigen, daß ihr Fundus vollständig gefühllos ist beim Drücken, Klemmen und Schneiden, daß aber ein Zug nach vorn und das Sondieren der Gallengänge schmerzhaft ist; letzteres kann man an jeder Gallenfistel feststellen.

Daß die Leber keine Schmerzempfindlichkeit besitzt, ist den Chirurgen längst bekannt. Zur Eröffnung eines in die Bauchwunde eingenähten Echinokokkussackes braucht man ebensowenig Narkose wie zur Durchtrennung einer eingenähten Darmschlinge. Ich fand die konvexe Oberfläche des rechten Leberlappens und das Leberparenchym auch bei der zweizeitigen Eröffnung eines Leberabszesses gänzlich gefühllos für Schmerz und Berührung.

Eine operativ freigelegte Niere fand Lennander unempfindlich gegen operative Eingriffe, sowie gegen Wärme und Kälte. Allerdings war sie von ihrer Fettkapsel befreit. Bloch glaubt, daß die Niere nicht viel Gefühl besitze; Schleich sagt, daß das Nierenparenchym fast völlig gefühllos sei.

Was den Uterus anbetrifft, so fand Lennander die Oberfläche des Fundus uteri, das Ovarium und die Tube unempfindlich gegen den Thermokauter. Er reproduziert ferner eine Mitteilung Veits, wonach derselbe wiederholt den Kaiserschnitt ohne Narkose ausführte, allerdings, ohne den Uterus abzuschnüren oder aus der Bauchhöhle herauszuwälzen. Reclus und Schleich halten bei der Exstirpation von Ovarialtumoren eine Anästhesierung des Stiels für erforderlich. In den drei Fällen von Ovarialkystomen, welche ich unter Lokalanästhesie entfernte, war die Unterbindung und Durchschneidung des Stiels auch ohne besondere Anästhesierung nicht von Schmerz begleitet. Die Portio vaginalis ist wohl in den meisten Fällen nicht schmerzempfindlich. Nach Lennanders Beobachtungen wird nur durch das bei Operationen notwendige Herabziehen des Uterus Schmerz verursacht. Das Peritoneum des Blasenscheitels fand Lennander ebenfalls gefühllos.

Die Untersuchungen über die Sensibilität des Hodens und Nebenhodens sind noch so lückenhaft, daß darüber etwas weiteres nicht zu sagen ist. Nur so viel ist sicher, daß eine sehr vollständige künstliche

Anästhesierung beider nebst ihrer Hüllen nötig ist, wenn man Operationen an ihnen machen will.

Die Pleura parietalis verhält sich wie das Peritoneum parietale, sie ist schmerzempfindlich. Das kann schon bei jeder Probepunktion erkannt werden, wo die Kranken klagen, in dem Augenblick, wo die Nadel die Pleura durchbohrt, ferner bei der Thorakotomie, wenn die Anästhesierung ungenügend war. Dieser Meinung ist auch Lennander. Die Pleura pulmonalis dagegen ist unempfindlich. Garré sagt bei der Beschreibung der Technik der Lungenoperationen: „Wo zweizeitig operiert wird, bedarf es für den zweiten Eingriff, die Pneumotomie, keiner Narkose oder Anästhesie; das Lungengewebe ist an und für sich fast unempfindlich.“ Damit stimmt die Erfahrung überein, daß Pleuritiden schmerzhaft, zentrale Pneumonien und chronische Lungenleiden, die nicht von Pleuritis begleitet sind, schmerzlos sind.

Endlich hat Lennander festgestellt, daß die Schilddrüse ganz empfindungslos gegen mechanische, chemische und thermische Reize ist.

Lennanders Untersuchungen gipfeln in dem bereits erwähnten Schluß, daß alle von zerebrospinalen Nerven innervierten Gewebe schmerzempfindlich sind oder doch sein können, während das sympathische Nervensystem nicht imstande ist, schmerzhafte Reize aufzunehmen und weiterzuleiten. Für die Richtigkeit dieser Auffassung spricht ganz besonders die Beobachtung, daß nach Ausschaltung des Plexus lumbalis und sacralis durch die Biersche „Rückenmarksanästhesie“ auch die Anheftungsstellen der Beckenorgane, des Uterus, der Blase usw. sowie das parietale Peritoneum unempfindlich werden, während ja der Sympathicus durch dieses Verfahren nicht außer Funktion gesetzt wird.

Die Schmerzempfindlichkeit ist also eine sehr weit im Körper verbreitete Eigenschaft der Gewebe, die auch da vorhanden ist, wo andere Sinnesempfindungen oder Gemeingefühle fehlen. Dieser Umstand macht es sehr wahrscheinlich, daß für die Schmerzempfindung besondere Schmerznerven mit spezifischen Endorganen vorhanden sein müssen. In praktischer Hinsicht ergibt sich, daß ein örtliches Anästhesierungsverfahren nur dann Aussicht haben kann, erfolgreich mit der Narkose zu konkurrieren, wenn alle Gewebe eines Operationsfeldes, welche zerebrospinale Nerven enthalten oder enthalten können, künstlich unempfindlich gemacht werden. Nur die notorisch gefühllosen Gewebe, wie z. B. das Gehirn, die Bauchorgane, die Lunge, bedürfen einer Anästhesierung nicht.

Unter Anästhesie verstehen wir den Verlust der Sensibilität, unter Analgesie den Verlust des Schmerzgefühls allein.

Anästhesie kann künstlich hervorgerufen werden durch eine Unterbrechung zentripetal leitender, sensibler Nervenbahnen oder durch eine Funktionslähmung ihrer zentralen Endorgane im Gehirn oder ihrer peripheren Endorgane in den Geweben.

Betrifft diese Funktionslähmung die zentralen Endorgane, so entsteht zentrale Anästhesie, welche über den ganzen Körper verbreitet, gewöhnlich mit einer Störung des Bewußtseins verbunden ist, und welche, absichtlich erzeugt, als Narkose, selten als Hypnose, zu chirurgischen Zwecken Verwendung findet.

Eine Lähmung dagegen der in den Organen gelegenen peripheren Endigungen der sensiblen Nerven verursacht einen Zustand, den wir, in Übereinstimmung mit dem Sprachgebrauch der Physiologen, periphere oder terminale Anästhesie nennen wollen. Sie beschränkt sich genau auf diejenigen Gewebsteile, in denen die Funktion der Endorgane aufgehoben ist. Wird die Leitungsfähigkeit eines sensiblen Nervenstamms an irgend einer Stelle zwischen Gehirn und Peripherie unterbrochen, so werden die von diesen Nerven allein innervierten Gewebe anästhetisch. Wir nennen diesen Zustand Leitungsanästhesie.

Terminale und Leitungsanästhesie, wenn sie zur Erzeugung chirurgischer Schmerzlosigkeit dienen, fassen wir zusammen unter der Bezeichnung Lokalanästhesie, Lokalanalgesie, örtliche Schmerzlosigkeit. Da unsere örtlich anästhesierenden Methoden mindestens ebensooft eine Lähmung aller in Betracht kommenden Empfindungsqualitäten veranlassen, als eine Lähmung des Schmerzsinns allein ohne Beteiligung z. B. des Tastsinns, so liegt keinerlei Grund vor, von der alten, überall gebräuchlichen Bezeichnung „Lokalanästhesie" abzugehen. Die Bezeichnung örtliche Schmerzlosigkeit ist stilistisch viel zu unbequem, um sie überall anwenden zu können.

Die uns zu Gebote stehenden Mittel, Lokalanästhesie hervorzurufen, sind teils physikalisch, teils chemisch wirksam. Ein intensiver, einen Nervenstamm treffender mechanischer Druck macht denselben leitungsunfähig; eine intensive oder langdauernde Abkühlung, eine über ein gewisses Maß hinausgehende Aufquellung oder durch Wasserabgabe bedingte Schrumpfung der Nervenelemente hebt vorübergehend ihre Funktion auf. Dasselbe geschieht, wenn gewisse Arzneimittel, Lokalanästhetica, mit den Nervenelementen in wirksamen Kontakt gebracht werden.

Die Aufgabe der folgenden Kapitel wird es sein, die Geschichte, soweit sie nicht bereits besprochen ist, ferner die Theorie und Praxis dieser Methoden der Lokalanästhesie eingehend darzustellen.

3. Kapitel.

Die schmerzstillende Wirkung der Nervenkompression und der Anämie.

Durch mechanischen Druck auf einen Nervenstamm kann dessen Leitungsfähigkeit unterbrochen und eine, sämtliche von ihm innervierte Gewebe betreffende, motorische und sensible Lähmung (Leitungsanästhesie) hervorgerufen werden. Beobachtungen im täglichen Leben (Einschlafen der Glieder, Radialislähmung bei Druck auf den Nervenstamm) und Erfahrungen bei der Amputation zum Zweck der Blutsparung abgeschnürter Glieder haben schon in alter Zeit die Ärzte veranlaßt, dies Verfahren als lokalanästhetische Methode zu versuchen. Wir haben die Geschichte derselben bereits verfolgt bis zu der Zeit, in der durch Esmarch die künstliche Entleerung des Blutes und die Abschnürung der Extremitäten mit einem elastischen Schlauch oder einer elastischen Binde zu einem wesentlichen Bestandteil der chirurgischen Technik geworden war. Von den zahlreichen Autoren, welche in dieser Zeit die physiologischen Wirkungen der Blutleere abgeschnürter Glieder klinisch und experimentell studierten, gedenken die meisten auch der Sensibilitäts- und Mobilitätsstörungen, von denen die Glieder hierbei betroffen werden können. Was zunächst die tatsächlichen Ergebnisse dieser an Tieren und an gesunden und kranken Menschen angestellten Versuche betrifft, so zeigt sich, daß die große Mehrzahl der Beobachter (Nicaise, Verneuil, Billroth, Fischer, Bruns, Chauvel, Riedinger, Kappeler, Karewski u. a.) stets nur Parästhesien verschiedener Art, aber keine oder sehr geringe Herabsetzung der Schmerzempfindlichkeit an den abgeschnürten Gliedern fand, während einige von ihnen (z. B. Neuber, Iversen, Le Fort, Stockes) nach Abschnürung eines Arms oder Beins eine ziemlich ausgebreitete Anästhesie entstehen sahen, welche an den Fingern oder Zehen begann und sich allmählich mehr oder weniger weit über die Extremität verbreitete. Da sie nun doch alle zweifellos das Glied, an dem sie ihre Versuche anstellten, blutleer gemacht und bis zur Unterbrechung der Blutzufuhr abgeschnürt hatten, so erscheint die damals ziemlich allgemein verbreitete Ansicht, die Blutleere, die Anämie der Gewebe, verursache derartige Sensibilitätsstörungen, nicht sehr wahrscheinlich. Die alten Chirurgen, wie Juvet, Theden, Liégard (siehe 1. Kap.) haben dagegen nie eine andere Auffassung gehabt, als daß

durch den Druck eines die Extremität umschnürenden Bandes auf deren Nervenstämme Leitungsanästhesie in der Peripherie erzeugt werde. Nimmt man eine Nachprüfung der erwähnten Versuche vor in der Weise, daß man nicht allein auf die Unterbrechung des Blutstroms achtet, sondern möglichst eine Dosierung des auf die Nervenstämme ausgeübten Druckes erstrebt, so läßt sich folgendes feststellen.

Periphere Umschnürungsanästhesie entsteht, wie bereits von Krieshaber, Verneuil u. a. betont worden ist, überhaupt nur dann, wenn der Druck des schnürenden Gummischlauchs dasjenige Maß meist erheblich überschreitet, welches zur Unterbrechung des Blutstromes nötig ist. Man bedarf sehr stärker Abschnürung, wenn man in absehbarer Zeit eine erkennbare Herabsetzung der Schmerzempfindlichkeit beobachten will, auch dann beschränkt sich dieselbe meist auf Hand und Fuß. Intensität und Ausdehnung der Umschnürungsanästhesie stehen ferner in direktem Verhältnis zur Stärke des auf den Nervenstämmen lastenden Druckes. Je ausgebreiteter die Sensibilitätsstörungen in der Peripherie sind, desto mehr subjektive Beschwerden, oft unerträgliche Schmerzen macht die Schnürstelle. Maßgebend für den Druck auf die Nerven ist nicht allein die Festigkeit der Abschnürung, sondern auch die Beschaffenheit des Gliedes, die Beschaffenheit des schnürenden Materials, endlich der Ort, wo ein Glied umschnürt wird. Am Oberarm einer mageren Frau oder eines Kindes kann durch eine vorsichtig umgelegte Gummibinde der Blutstrom leicht völlig unterbrochen werden, ohne daß beträchtliche periphere Sensibilitätsstörungen oder subjektive Beschwerden entstehen. An muskulösen Gliedern gelingt das meistens nicht, man bedarf da zur Unterbrechung des Blutstromes eines Druckes, welcher auch die Nervenstämme nicht intakt läßt. Eine breite Gummibinde drückt begreiflicherweise weniger als ein an umschriebener Stelle angelegter dünner Gummiring. Ein Gummischlauch, fest um einen mageren Oberarm gelegt, veranlaßt sehr schnell Bewegungs- und Empfindungslähmung, aber auch bekanntlich sehr leicht bleibende, motorische Lähmungen. Sensible und motorische Lähmung im Gebiet des N. radialis tritt ganz besonders schnell ein, wenn ein Gummischlauch an der Stelle um den Oberarm gelegt wird, wo der Nervenstamm an der Außenseite unbedeckt von Muskulatur liegt. Da nun aus eben diesen Gründen die Dosierung des auf den Nervenstämmen lastenden Druckes sehr erschwert ist, so erklären sich ausreichend die Beobachtungsdifferenzen der oben erwähnten Autoren.

Ein weit geeigneteres Versuchsobjekt aber, wie die großen Gliedabschnitte, sind die Finger, an deren Basis man leicht unter sonst annähernd gleichen Versuchsbedingungen den fraglichen Faktor, die Intensität des Umschnürungsdruckes, dosieren, ohne zu große Belästigung selbst eine sehr feste Umschnürung längere Zeit ertragen kann, und wo ein sehr geringer Druck genügt, um die Blutzufuhr zu unterbrechen. Man schneide sich von einer Reihe von Gummischläuchen verschiedener Dicke und verschiedener Wandstärke Ringe ab und streife dieselben über die Finger bis an deren Basis. Man erzielt auf diese Weise völlige Blutleere und findet nun leicht denjenigen Ring, der — was leicht an der Farbe des Fingers kenntlich ist — den Blutstrom unterbricht, bei möglichst geringem Umschnürungsdruck. Man findet ferner solche Ringe, welche einen mittelstarken, und solche, welche einen sehr starken Druck ausüben, die intensivste Druckwirkung aber erhält man durch vielfache Umschnürung der Fingerbasis mit einem dünnen elastischen Gummischlauch.

Das Resultat dieser Versuche ist mit wenigen Worten geschildert. Die schwächsten und mittelstarken Ringe habe ich 2 Stunden liegen lassen. Außer Parästhesien und taubem Gefühl habe ich in dieser Zeit in dem 1. Falle nur eine Herabsetzung der Tastempfindung am Endglied des Fingers, im 2. Falle eine Aufhebung desselben, die, am Endglied beginnend, sich allmählich auch auf das Mittelglied erstreckte, beobachtet. Die Empfindlichkeit aber gegen Nadelstiche war auch nach 2 Stunden eher gesteigert, jedenfalls nicht herabgesetzt. Stark schnürende Ringe veranlassen nach $^1/_2$—1 Stunde neben den früher geschilderten Erscheinungen eine deutliche Herabsetzung auch der Schmerzempfindung am Endglied, bisweilen auch fortschreitend auf das Mittelglied des Fingers. Sind intensivere Sensibilitätsstörungen während der Umschnürung vorhanden, so treten nach Lösung derselben für kurze Zeit heftige, in den Finger schießende Schmerzen auf, während der Druck der Ringe selbst wenig Beschwerden macht. Stets beginnen die Sensibilitätsstörungen an der Spitze des Fingers und schreiten nach seiner Basis vor, stets steht ihre Ausbreitung und Intensität in direktem Verhältnis zum Schnürungsdruck, während die Anämie der Gewebe immer die gleiche ist.

Nach den neueren Untersuchungen von Boeri und Silvestro ist die Empfindlichkeit gegen Schmerz bei Kompression der Nervenstämme am widerstandsfähigsten von allen Sinnesqualitäten und verschwindet zuletzt. In der Mitte steht der Temperatursinn, am frühesten werden zerstört der Tast- und Drucksinn.

Eine völlige Analgesie des Fingers, welche für operative Zwecke ausgereicht hätte, habe ich nur einmal beobachtet, als ich mir mit einem dünnen Gummischlauch die Basis des Mittelfingers sehr fest mehrfach umschnürt hatte. Bereits nach 15 Minuten war der Finger fast völlig empfindungslos und blieb es auch nach Abnahme des Schlauchs. Erst nach Monaten stellte sich allmählich die normale Empfindlichkeit wieder her. Irgendwelche Zirkulationsstörungen waren weder an der Schnürstelle noch sonst an dem Finger vorhanden, es handelte sich vielmehr um eine reine Nervenläsion, um eine Nervenquetschung mit ihren Folgen. Bei fester Abschnürung eines Arms oder Beins ist im allgemeinen das Entstehen einer bleibenden motorischen Lähmung eher zu erwarten als das einer sensiblen, denn nach den Untersuchungen von Lüderitz werden bei der Abschnürung die motorischen Nervenfasern leichter als die sensiblen durch Druck gelähmt und geschädigt; auch erholen sich nach entstandener Drucklähmung die sensiblen Fasern leichter als die motorischen. Diese Beobachtung entspricht durchaus der klinischen Erfahrung (Narkosenlähmung, Kompressionsmyelitis).

Wir müssen aus den Ergebnissen dieser Beobachtungen und Versuche unzweifelhaft den Schluß ziehen, daß die alten Chirurgen recht gehabt haben, welche die Umschnürungsanästhesie als eine Folge der Nervenkompression betrachteten. Die die Umschnürung begleitende Anämie der Gewebe, die Unterbrechung der Ernährungszufuhr, kann nur von nebensächlicher Bedeutung sein, da sie erst in erheblich späterer Zeit eine Herabsetzung oder Aufhebung der Nervenfunktion bewirkt, als bei fester Abschnürung einer Extremität beobachtet werden kann. Am Finger, der in geeigneter Weise blutleer gemacht und erhalten wird, vergeht lange Zeit, bis eine Herabsetzung des Schmerzgefühls eintritt.

Das Verhalten der Nervenelemente bei verminderter oder aufgehobener Blutzufuhr ist kein einheitliches. Hirn, Medulla oblongata und Rückenmark der Warmblüter erweisen sich äußerst empfindlich gegenüber abnormen Schwankungen ihres Blutgehalts, während die peripheren Nervenstämme im Gegenteil in hohem Grade unabhängig von der Sauerstoffzufuhr sind (Ranke, Ewald) und stundenlang ohne Durchblutung leitungsfähig bleiben (Schiffer). Die sensiblen und motorischen Endorgane der peripheren Nerven nehmen, abgesehen von der sehr empfindlichen Netzhaut, eine Mittelstellung zwischen diesen Extremen ein, da sie nach Schiffers Versuchen an Warmblütern etwa eine Stunde nach Abschneidnng aller Ernährungswege ihre Funktion einbüßen. In scheinbarem Widerspruch hierzu stand das Ergebnis des sog. Stensonschen Versuches (hohe Unterbindung der Bauchaorta) der Physiologen, wobei sofort die unteren Extremitäten in der motorischen und sensiblen Sphäre gelähmt werden. Schiffer

und Weil haben jedoch gezeigt, daß diese momentane Lähmung eine Folge der gleichzeitig entstehenden völligen Anämie des unteren Rückenmarkabschnittes ist und ausbleibt, wenn die Aorta tiefer unten, dicht über ihrer Teilungsstelle unterbunden und die Blutleere dadurch auf die unteren Extremitäten beschränkt wird. Ehrlich und Brieger ist der Nachweis gelungen, daß bei den, dem Stensonschen Versuch unterworfenen und genügend lange am Leben erhaltenen Kaninchen der größte Teil des Querschnittes der grauen Substanz, sowie der vorwiegend motorischen Abschnitte der weißen Substanz des unteren Rückenmarkabschnittes zugrunde geht. Singer und Spronck haben später die Entwickelung und den Ausgang dieser anämischen Nekrose in ihren histologischen Details studiert.

Nachdem neuerdings Katzenstein auf Grund von Tierversuchen zu Anschauungen gekommen ist, welche denen Schiffs widersprechen, und Schlesinger in Fällen von plötzlichem embolischen Gefäßverschluß an den unteren Extremitäten anscheinend bereits wenige Minuten nach dem Eintritt der Embolie eine ischämische, sensible Lähmung eintreten sah, bedarf diese Frage einer neuen Bearbeitung. Wie auch das Ergebnis derselben sein wird, daran, daß bei der Umschnürungsanästhesie der Druck auf die Nervenstämme das Wesentliche ist, wird nicht zu rütteln sein.

Ebenso vereinzelt, wie in früheren Jahrhunderten, ist auch in neuerer Zeit die Umschnürungsanästhesie gelegentlich bei der Ausführung chirurgischer Operationen an den Extremitäten verwendet worden. Esmarch sagt in seiner Mitteilung über „künstliche Blutleere", daß er das Verfahren wegen seiner lokalanästhetischen Wirkungen fast immer bei kleineren Operationen an den Fingern und Zehen anwende, z. B. bei Inzisionen wegen Panaritium, beim Ausreißen eingewachsener Nägel, Exartikulationen von Phalangen u. dgl. Stockes und Le Fort berichten über einige größere Operationen (Exstirpation eines Karzinoms am Handrücken, Resektion des Ellenbogengelenks, Unterschenkelamputation), welche sie auf diese Weise schmerzlos haben ausführen können. In neuester Zeit hat Kofmann die Abschnürung der Extremitäten als Anästhesierungsmethode wieder empfohlen. Es ist jedoch nicht sehr wahrscheinlich, daß sie dadurch zu neuem Leben erwachen wird. Dazu ist sie zu unsicher, und ihre Übelstände sind zu große. Der erforderliche Druck auf die Nervenstämme muß so erheblich sein und ist so schlecht dosierbar, daß die Gefahr einer Gangrän an der Schnürstelle und die Entstehung unbeabsichtigter bleibender motorischer und sensibler Lähmungen schwerlich mit Sicherheit wird vermieden werden können. Den ersten Übelstand hat Kofmann selbst erlebt, den zweiten habe ich teilweise an meinem eigenen Leibe erfahren. Ferner ist eine sehr feste, andauernde Abschnürung der Extremitäten an und für sich außerordentlich schmerzhaft für jeden nicht besonders unempfindlichen

Menschen. Aus den genannten Gründen ist die Anwendung der Kompressionsanästhesie in der Chirurgie mit Recht immer und immer wieder aufgegeben worden schon in einer Zeit, wo bessere und sichere Methoden der allgemeinen und lokalen Anästhesierung noch nicht existierten.

---

4. Kapitel.

Die Anästhesierung durch Kälte.

Eine größere praktische Bedeutung kommt der durch Einwirkung niedriger Temperaturen verursachten Lähmung der Nervenfunktion zu. Schon lange bekannt (s. 1. Kap.), wurde diese Methode zuerst von Arnott (1848) in größerem Maßstabe zu chirurgischen Zwecken versucht. Er benutzte zur raschen und intensiven Abkühlung der Gewebe Gazebeutel und Schweinsblasen, welche, gefüllt mit einer Mischung von Eis und Kochsalz, auf die Haut des Operationsfeldes gelegt wurden, und äußerte sich über seine Beobachtungen folgendermaßen. Die durch starke Abkühlung erzeugte Anästhesie der Gewebe erstrecke sich zwar nur auf die äußeren empfindlichen Teile; da jedoch viele Operationen nur diese betreffen und in ihnen der Hauptsitz starken Schmerzes sei, so reiche die Einwirkung der Kälte für sie vollkommen aus und sei jedenfalls der durch Chloroform und Äther bewirkten Bewußtlosigkeit vorzuziehen, selbst wenn dem Kranken ein mäßiger Schmerz nicht zu ersparen sei. Die Anwendung der Kälte in dieser Form sei völlig unschädlich und gefahrlos. Nach Velpeaus Erfahrungen verleiht Arnotts Methode der Haut eine zur Ausführung oberflächlicher Operationen genügende Unempfindlichkeit. Auch von Num, Herzog, Illig, Wittmeyer u. a. wurde sie lebhaft empfohlen und später (1876) noch einmal von Galeczowski bei Lidoperationen in Anwendung gezogen. Im übrigen aber wurde sie bald verlassen, nachdem durch Benutzung der Verdunstungskälte flüchtiger Flüssigkeiten das Verfahren wesentlich vereinfacht worden war.

Demarquay, Guérard, Richet u. a. ließen Schwefeläther auf die Haut des Operationsgebietes tropfenweise auffallen, brachten ihn mit Hilfe eines Blasebalgs oder besonderer zu diesem Zwecke konstruierter „Ventilationsapparate“ zur Verdunstung und fanden, daß so die Haut unempfindlich gemacht werden konnte. Richets Erfahrungen (1854) zeigen in der Tat, daß ein großer Fortschritt gemacht war,

und daß bis dahin die Lokalanästhesie noch niemals gleich gute Erfolge hatte aufweisen können. Allgemeinen Eingang in die Chirurgie aber fand die Anästhesierung durch Kälte doch erst, nachdem Richardson (1866) einen Vorschlag Giraldès verwirklicht hatte, Äther und Chloroform zum Zweck der Lokalanästhesie in fein verteiltem Strahl auf die Haut aufzustäuben. Richardsons Ätherzerstäubungsapparat (Fig. 1) besteht aus einem in eine feine Spitze auslaufenden Metallrohr, durch welches mit Hilfe eines Gummigebläses ein starker Luftstrom geschickt wird. Ihm mischt sich, angesaugt durch ein zweites Metallrohr, der in einer Glasflasche enthaltene Äther bei, wird in feinste Teilchen zerstäubt und verdunstet sehr rasch unter Entwickung intensivster Kälte. Zur Anwendung bei Zahnextraktionen dient ein gabelförmiger Ansatz mit zwei Ausflußöffnungen. Unter der Einwirkung des Ätherstrahls sinkt die Quecksilbersäule eines Thermometers rasch auf —15 bis —20° C, eine Quantität in einem Reagenzglas enthaltenes Wasser verwandelt sich alsbald in Eis. Richtet man ihn aus einer Entfernung von etwa 5 cm auf die Haut, so wird dieselbe zuerst rot, nach einigen Minuten weiß, hart und völlig unempfindlich, sie ist gefroren. Manchmal bleibt das Hart- und Weißwerden der Haut aus, während sie schon unempfindlich ist. Reizt man sie jetzt mechanisch, drückt man z. B. den Rücken eines Skalpells auf sie oder ritzt sie oberflächlich mit der Messerschneide, so tritt nunmehr plötzlich nachträglich jene Veränderung in der Farbe und Konsistenz des Gewebes auf. Nicht jeder Äther ist hierzu geeignet. Zur Erzielung einer genügend intensiven Wärmeentziehung bedarf man eines reinen, wasserfreien Schwefeläthers, welcher ein spez. Gewicht von 0,720 hat, bei 34,5° siedet und als sog. Narkosenäther heute überall zu haben ist. Empfindliche Teile, z. B. die Skrotalhaut, müssen vor der direkten Einwirkung des Äthers durch Einreiben mit Vaselin oder Glyzerin oder durch Einschaltung einer Metallplatte (Prosoroff), welche durch den Ätherstrahl abgekühlt wird, geschützt werden. Um Überfließen des nicht verdunsteten

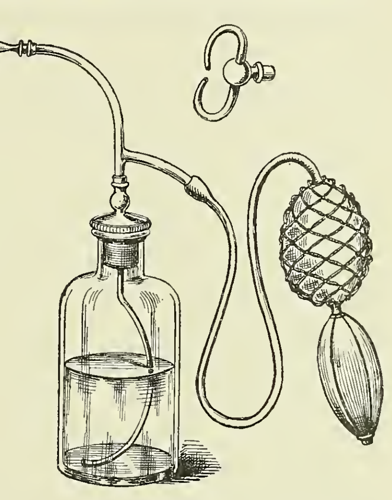


Fig. 1.

Äthers über die Haut, z. B. in der Umgebung der Augen, zu verhüten, konstruierte von Lesser Metallkästchen, deren Form sich den verschiedenen Körperteilen anpassen läßt. Sie werden zu $^3/_4$ mit Äther gefüllt, den ein hindurchgeschickter Luftstrom zur raschen Verdunstung bringt und fest an die Haut angedrückt, bis sie gefriert. Nach dem gleichen Prinzip ist eine von Braatz angegebene Vorrichtung gebaut, welche speziell dazu bestimmt ist, ganz kleine umschriebene Teile der Haut oder Schleimhaut unempfindlich zu machen zum Zweck nachfolgender Einspritzung anästhesierender Flüssigkeiten. Diese Apparate sind entbehrlich und haben eine weitere Verbreitung niemals erlangt. Die Einwirkung des Äthers auf die Gewebe ist naturgemäß weit intensiver, tiefer gehend und anhaltender, wenn an den Extremitäten zuvor durch Abschnürung die Zufuhr frischen, warmen Blutes zum Operationsgebiet unterbrochen wurde (Girard 1874). Die Abkühlung und Eisbildung im Gewebe tritt alsdann sehr schnell ein, das Wiederauftauen und die Rückkehr der Sensibilität erfolgt sehr langsam.

Anstatt des Schwefeläthers sind auch andere Kohlenwasserstoffe im Richardsonschen Apparat gebraucht worden. Nur als die hauptsächlichsten sollen hier genannt werden: Bromäthyl (Siedepunkt $+38^0$ [Terillon, Monod, Perrier, Berger]), Schwefelkohlenstoff (Siedepunkt $+48^0$ [Simonin, Delcominète, Claude Bernard]), Petroläther (Siedepunkt $+38^0$ [Bigelow, Warren]), Chloroform (Siedepunkt $+61^0$), Äthylenchlorid (Liquor hollandicus, Siedepunkt $+85^0$), Amylen (Siedepunkt $+35^0$), Robbins anaesthetic Ether (ein Gemenge von Methylalkohol und Chloroform). Die lokalanästhesierenden Fähigkeiten aller dieser Präparate stehen im umgekehrten Verhältnis zur Höhe ihres Siedepunktes (Rosenthal, Bumm), sie gewinnen sie also lediglich durch die Intensität der Wärmeentziehung, welche sie bei der Verdunstung entwickeln. Ihre chemisch-narkotische Wirkung auf die sensiblen Nerven am Ort der Applikation hat nicht die Bedeutung, welche ihr von den älteren Autoren zugesprochen worden ist. Einen gelegentlich zu verwertenden Vorteil vor dem Äther besitzt unter ihnen nur das Bromäthyl, insofern es nicht brennbar ist.

Die experimentellen Arbeiten von Grützner, Gendre, Heinzmann und Fratscher geben Aufschluß über das physiologische Verhalten der tierischen Nervensubstanz bei Abkühlung. Mäßig abgekühlte Nerven behalten längere Zeit ihre Erregungsfähigkeit. Abkühlung auf $+5^0$ C setzt die Erregbarkeit aller Nervenfasern herab, Abkühlung bis zur Eisbildung unterbricht die Nervenfunktion, doch

bewahrt der Nerv, wieder aufgetaut, seine Reizbarkeit. Plötzliche intensive Abkühlung wirkt als Reiz, bei langsamer Abkühlung selbst auf —4° bis —6° bleibt dieser Reiz aus. Unzweifelhaft ist es die Abkühlung selbst und allein, welche diese Beeinträchtigung der im Nerven sich abspielenden molekularen Umsetzungen bedingt; letztere bedürfen eben einer annähernd normalen Temperatur, um normal verlaufen zu können. Unter dem andauernden Einfluß niederer Temperaturen auf die menschliche Haut entsteht zunächst eine Kontraktion der glatten Muskulatur der Haut und ihrer Gefäße, später eine Lähmung derselben. Die Haut sieht deshalb anfangs blaß, nachher livide aus. Alsdann stockt die Zirkulation in den Hautgefäßen völlig, und teils dadurch, teils infolge der direkten Einwirkung der Kälte werden sämtliche Funktionen des lebenden Protoplasmas mehr oder weniger schnell gestört und unterbrochen, die Gewebe werden gefühllos und verfallen bei andauernder Abkühlung der Gangrän, oder es bleiben schwere Zirkulationsstörungen in ihnen zurück. Diese Vorgänge werden auch bei Temperaturen über 0° beobachtet, bedürfen aber dann längerer Zeit zu ihrer Entwicklung. Die verschiedenen Sinnesqualitäten der Haut verhalten sich der Einwirkung der Kälte gegenüber nicht gleichartig. Nach Boeri und Silvestro bleibt der Drucksinn unter dem Einfluß niederer Temperaturen ziemlich lange intakt, der Tastsinn wird weniger, der Temperatursinn mehr geschädigt, am schnellsten und vollständigsten erlischt die Schmerzempfindung.

Um die Abkühlung praktisch für die Lokalanästhesie verwerten zu können, bedarf man sehr niedriger Temperaturgrade, durch welche die Gewebe rasch auf und unter ihren Gefrierpunkt (—0,55 bis —0,56°) abgekühlt werden. Wie lange Zeit das in Anspruch nimmt, das hängt nicht allein von der Intensität der Wärmeentziehung, sondern auch von der Beschaffenheit, namentlich der Blutfülle der Gewebe ab. Stark von Blut durchströmte, hyperämische Gewebe kühlen langsamer ab als anämische. Mit der Abkühlung unter ihren Gefrierpunkt erlischt sofort die Funktion der sensiblen Nerven, es tritt Lähmung der in dem Gewebe liegenden sensiblen Nervenendigungen ein, terminale Anästhesie, in der Ausdehung, als die Gewebe gefroren sind. Die schnelle Abkühlung der Gewebe bedingt zuvor einen Schmerz verursachenden Reiz. Nach ihrem Wiederauftauen kehrt die Sensibilität nach sehr kurzer Zeit zurück, vorausgesetzt, daß nicht infolge zu starker oder zu langer Abkühlung eine dauernde Schädigung verursacht wurde, die Unempfindlichkeit macht einer beträchtlichen

Hyperästhesie Platz. Alle diese Erscheinungen sind ebenfalls als eine direkte und alleinige Folge der starken Abkühlung der Gewebe aufzufassen.

Der bei der Anwendung des Ätherspays zu beobachtenden und oben bereits erwähnten Erscheinung, daß die zuvor gerötete Haut bei fortgesetzter Abkühlung plötzlich blutleer, weiß wird, und daß dieser Vorgang leicht hervorgerufen werden kann, wenn die gerötete Stelle oberflächlich eingeritzt wird, hat Letamendi eine sehr gezwungene, sicher nicht zutreffende Erklärung gegeben. Er nimmt nämlich an, daß die Anästhesie durch extremen Krampf der vasomotorischen Nerven entsteht, zu dessen Zustandekommen eine Reaktionsbewegung der dilatierten Kapillaren erforderlich sei, die man durch die Ätherzerstäubung allein nur ausnahmsweise erziele, während eine leichte Entleerung der hyperämischen Gefäße oder eine geringe Steigerung der nervösen Spannung des Gefäßnetzes, wie sie eine seichte Inzision bedinge, rasch den Gefäßkrampf veranlasse. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß ein extremer Gefäßkrampf, eine Anämie, niemals sofort die Funktion der sensiblen Nerven unterbricht, und daß ferner die Aufhebung der Sensibilität dem Weißwerden der Haut oft vorangeht. Das plötzliche Weiß- und Hartwerden der Haut ist vielmehr als eine rein physikalische Erscheinung, bedingt durch die Eisbildung im Gewebe, zu betrachten, während das Ausbleiben oder die Verzögerung des Vorgangs, sowie sein plötzliches Auftreten bei mechanischen Insulten ihre naheliegende Erklärung in der stattfindenden Unterkühlung der Gewebe unter ihren Gefrierpunkt mit Verzögerung der Kristallisation finden. Bei Gefrierpunktsbestimmungen zeigt sich, daß eiweißhaltige Flüssigkeiten, wie Blut, sehr weit, viel weiter als rein wässerige Lösungen, unterkühlt werden können, bevor es zur Eisbildung in ihnen kommt. Bei den neueren schnell wirkenden Mitteln zur Anästhesierung durch Kälte, welche den Richardsonschen Ätherspray fast ganz verdrängt haben, tritt die Eisbildung in der Regel sehr schnell ein, ohne daß man besonderer Hilfsmittel bedarf.

Man bedient sich heute meist der intensiven Verdunstungskälte von Flüssigkeiten, deren Siedepunkt viel tiefer liegt als der des Äthers, nämlich des Chloräthyls, des Chlormethyls, der flüssigen Kohlensäure. Sie sind bei gewöhnlicher Zimmertemperatur und normalem, atmosphärischem Druck gasförmig und müssen deshalb in sicher verschließbaren Gefäßen unter Druck aufbewahrt werden.

Chloräthyl (Äthylchlorid oder Kelen) C_2H_5Cl, ein farbloses Gas, das sich bei niederer Temperatur zu einer farblosen, bei $+11^0$

siedenden Flüssigkeit verdichtet. Rein oder gemischt mit Schwefeläther ist es bereits 1867 von Rottenstein zur Lokalanästhesie angewendet worden, fand aber erst durch Redard, Baudouin, Ehrmann, Gans, von Hacker allgemeinen und schnellen Eingang in die chirurgische und zahnärztliche Praxis. Das bis vor kurzem ausschließlich aus Frankreich und der Schweiz importierte Mittel wird jetzt in mehreren deutschen Fabriken*) ebensogut und wesentlich billiger hergestellt. Es kommt in Metalltuben und in zugeschmolzenen oder mit einer Metallverschraubung verschlossenen Glastuben mit 10—100 ccm Inhalt in den Handel. Am zweckmäßigsten sind Glastuben mit Metallverschluß, deren kapillares Ausflußrohr stumpf oder rechtwinkelig zur Längsachse der Tube steht (Fig. 2). Man öffnet die Tube durch Abschrauben des Verschlußdeckels, oder bricht das Kapillarrohr der zugeschmolzenen Tube ab. Praktisch sind auch die neuerdings in den Handel gebrachten Tuben mit Verschlußdeckel, der durch einen Fingerdruck geöffnet werden kann. Sie können zum Wiederfüllen der Fabrik zurückgegeben werden. Es genügt die Handwärme, um das in der Tube befindliche Chloräthyl unter Druck zu setzen und bei geeigneter Stellung des Ausflußrohres in kräftigem Strahl herausspritzen zu lassen. Die Verdunstungskälte des Mittels erzeugt eine Temperatur von —35° C und läßt die Haut sofort gefrieren, wenn man es aus einer Entfernung von 30—40 cm auf die zu anästhesierende Stelle aufstäubt und durch Anblasen die Verdunstung beschleunigt.

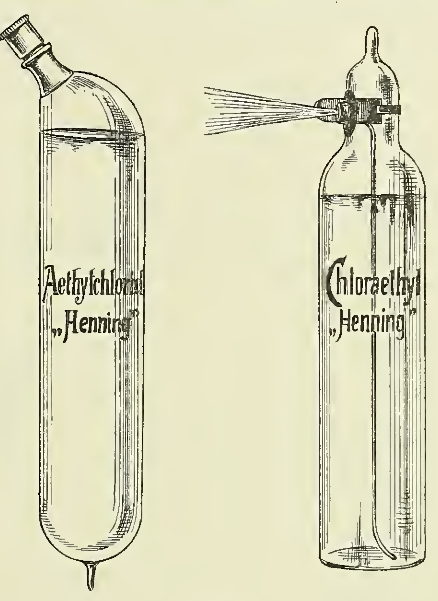


Fig. 2.

Ein für die Anwendung des Chloräthyls bei Zahnextraktionen unentbehrlicher Apparat ist der Kühnensche Gabelvereiser (Fig. 3). Er läßt sich auf die Henningschen Tuben anschrauben. Unter Zuführung eines kontinuierlichen Luftstromes wird das aus den beiden

*) Z. B. Dr. G. F. Henning, Speyer und von Karger, beide in Berlin, u. a.

Öffnungen der Gabel ausströmende Chloräthyl rasch zum Verdunsten gebracht und gleichzeitig zu beiden Seiten des Zahns auf das Zahnfleisch aus nächster Nähe appliziert (Kirchner). Über die Art der Verwendung s. 11. Kap.

Chlormethyl, Methylchlorid, CH_3Cl, stellt, unter hohen Druck gebracht, eine farblose Flüssigkeit dar, welche bereits bei —23° siedet. Es muß deshalb in widerstandsfähigen Gußstahlzylindern aufbewahrt werden und wurde zuerst von Lallier und Debove zu lokalanästhetischen Zwecken empfohlen. Sie bedienten sich direkt des aus dem Behälter ausströmenden Flüssigkeitsstrahles, der eine Temperatur-

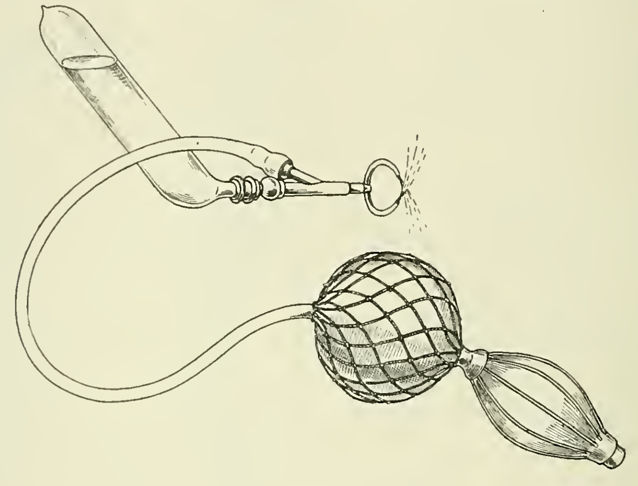


Fig. 3.

erniedrigung auf — 55° veranlaßt und deshalb auch sehr leicht Schädigungen der Haut, Blasenbildung und Gangrän verursacht. Zweckmäßiger und weniger bedenklich erscheint, wenn man das Mittel anwenden will, Baillys indirektes Verfahren. Tampons von verschiedener Form und Größe, welche innen aus Watte, außen aus Flockenseide und einer Schicht Seidengaze bestehen, werden mit Chlormethyl getränkt, indem man sie in den dem Metallbehälter entströmenden Strahl hält oder in das flüssige Chlormethyl taucht, welches sich in einem von Bailly konstruierten Thermoisolator fast drei Stunden aufbewahren läßt. Dieser Apparat besteht aus einem 15 cm langen Glasrohr, das axial in einem auf Holzfuß befestigten Glasgefäß angebracht ist. Die Ränder der Röhre sind mit denen des sie umschließenden Gefäßes luftdicht verbunden, der Zwischenraum ist luftleer gemacht. Das Ganze ist durch einen schlechten Wärmeleiter

isoliert, der Innenraum, welcher das Chlormethyl enthält, durch einen Korkstöpsel abgeschlossen. Ein denselben durchbohrendes Kapillarrohr ermöglicht das Entweichen des gasförmig gewordenen Chlormethyls. Die Tampons werden mit Zangen aus Holz oder Hartgummi gefaßt und in der beschriebenen Weise mit Chlormethyl getränkt. Eine derartig mit Tampon versehene Zange nennt Bailly „Stype", die mit derselben vorgenommene Anästhesierung „Stypage". Die Tampons werden auf die zu anästhesierende Hautstelle so lange aufgehalten, bis das Gewebe gefroren ist, was nach wenigen Sekunden geschieht. Durch einen mit Chlormethyl getränkten Haarpinsel läßt sich die Anästhesie auf kleinste Gebiete beschränken; bei unvorsichtiger Handhabung kann aber das Mittel, auch wenn es in dieser indirekten Form gebraucht wird, Gewebsläsionen verursachen (Feibes).

Unter der Bezeichnung Anästol, Anästyl, Metäthyl, Koryl kommen Mischungen von Chloräthyl mit Chlormethyl in verschiedenem Verhältnis in den Handel. Sie wirken noch schneller als reines Chloräthyl, aber nicht so heftig wie Chlormethyl, und werden angewendet wie das erstere.

Mit noch größerer Vorsicht wird die von Wiesendenger und Kümmell empfohlene flüssige und feste Kohlensäure zur Anästhesierung angewendet werden müssen. Die direkte Applikation des aus einem Ballon ausströmenden Strahls der schon bei -78^0 siedenden Substanz auf die Haut ist natürlich ausgeschlossen. Nach Wiesendenger läßt man die flüssige Kohlensäure in eine Metalltube laufen oder füllt dieselbe mit fest gestampftem Kohlensäureschnee. Bei Berührung der Haut mit dem kalten Metall tritt Anästhesie ein. Vorsicht ist auch bei diesem Verfahren angebracht.

Von den hier erwähnten Mitteln ist das reine Chloräthyl neben dem alten Ätherspray am meisten zu empfehlen und hat schnell eine sehr weite Verbreitung erlangt. Die kleinen Glastuben, in denen es versendet wird, sind sehr bequem, ihre Anwendung ist sehr einfach, das Mittel ist nicht teuer; 100 ccm kosten ca. 3 Mk., die einmalige Anästhesierung kommt auf wenige Pfennige zu stehen. Eisbildung in der Haut oder Schleimhaut und Gefühllosigkeit derselben wird auch in blutreichen Geweben nach Bruchteilen einer Minute erzielt, Frostschädigungen lassen sich vermeiden, wenn gewisse Vorsichtsmaßregeln beachtet werden. Hierzu gehört, daß die Berieselung mit Chloräthyl bald unterbrochen wird, nachdem einmal die oberflächlichen Gewebsschichten gefroren sind. Wird die Abkühlung der Gewebe alsdann noch längere Zeit fortgesetzt, um etwa eine größere Tiefenwirkung zu

erzielen, so erlebt man fast unfehlbar dauernde Schädigungen der Haut. Ferner ist es nicht ratsam und auch unnötig, mit dem Chloräthylspray die künstliche Blutleere zu verbinden. So angebracht sie beim Gebrauch des Äthers ist, so wenig ist sie es beim Chloräthyl, dessen intensive Verdunstungskälte an abgeschnürten Extremitäten selbst bei sehr kurzer Einwirkung Dermatitis, Blasenbildung und oberflächliche Gangrän verursachen kann. Das von vielen Autoren empfohlene Einreiben der Haut mit Vaseline oder Glyzerin mildert die Einwirkung der Kälte nicht nennenswert; es schützt nur die Haut vor chemischer Reizung seitens der zur Anästhesierung angewendeten Mittel, wie z. B der Schwefeläther zeigt. Chloräthyl reizt aber die Haut an sich so gut wie gar nicht.

Eine Veranlassung, Flüssigkeiten mit tieferem Siedepunkt als Chloräthyl zur Anästhesierung durch Kälte zu verwenden, liegt meiner Ansicht nach nicht vor, denn der damit anscheinend verbundene Vorteil, daß Gefühllosigkeit der Haut einige Sekunden früher zu erzielen ist, wird reichlich wett gemacht dadurch, daß die künstliche Abkühlung ebensoschnell unterbrochen werden muß und die anästhesierende Wirkung eine immer oberflächlichere wird. Dahingegen sollte der Richardsonsche Ätherspray nicht ganz vergessen werden. Man braucht zwar einige Minuten länger, bis die Haut gefriert und gefühllos wird, es unterliegt aber keinem Zweifel und ist auch ganz natürlich, daß bei langsamer Abkühlung der Gewebe zum mindesten eine Abstumpfung der Sensibilität auch tieferer Teile möglich ist ohne die Gefahr einer Schädigung der Haut. Ferner ist der der Anästhesie vorangehende Nervenreiz um so geringer, je langsamer die Abkühlung erfolgt.

Die Brennbarkeit mancher Kohlenwasserstoffe und ihrer Dämpfe erheischt große Vorsicht. In Gegenwart offener Flammen und des glühenden Thermokauters darf der Ätherspray nicht verwendet werden. Flüssiges Chlormethyl und Chloräthyl sind zwar brennbar, aber ihre Dämpfe entzünden sich auch an einer offenen Flamme, in die man sie hineinströmen läßt, nicht und sind nicht explosiv. Man kann daher ohne Sorge den Chloräthylspray benutzen und die gefrorenen Gewebe nachher mit dem Thermokauter verschorfen. Bromäthyl und selbstverständlich auch Kohlensäure sind überhaupt nicht brennbar. In neuester Zeit kommt Chloräthyl in den Handel, in welchem reines basisches Kokain gelöst ist (Bardet). Da jedoch das Chloräthyl hierbei lediglich als Lösungsmittel dient, erörtern wir diese neue Anwendungsform des Kokains an anderer Stelle.

Die Anästhesierung durch Kälte hat den Vorteil, sehr einfach in ihrer Handhabung zu sein. Ohne große technische Vorkenntnisse kann sie jeder Arzt überall anwenden, wenn er das stets gebrauchsfertige Chloräthylröhrchen seinem Instrumentarium einverleibt. Diesem Vorteile stehen aber Nachteile gegenüber, welche sie als eine ideale lokalanästhetische Methode keineswegs erscheinen lassen. Die Gefahr einer Frostschädigung der Gewebe ist ja bei einiger Vorsicht wohl zu vermeiden, jedenfalls kommt sie an Körperstellen mit freier Blutzirkulation sehr selten vor. Weit mehr wird die Brauchbarkeit der Methode dadurch beeinträchtigt, daß die Gefühllosigkeit nicht weit in die Tiefe dringt, daß ferner die hart gefrorenen Gewebe undifferenzierbar sind, kranke und gesunde Teile nicht mehr unterscheiden lassen, ein präparatorisches Operieren nicht zulassen, und daß endlich sowohl das Gefrieren, wie das Auftauen der Gewebe als Schmerz, von vielen Menschen an entzündeten, hypersensiblen Teilen sogar als sehr heftiger Schmerz empfunden wird. Deshalb ist seit ihrer Einführung bis zum heutigen Tage die Anästhesierung durch Kälte in der Regel nur angewendet worden zur Ausführung kurz andauernder und oberflächlicher Eingriffe. Die Versuche, sie bei größeren chirurgischen Operationen allein zu verwenden, sind immer vereinzelt geblieben. Wir hören von Dolbeau, daß er mit befriedigendem Ergebnis eine Resektion der Scapula unter Ätherspray gemacht habe, indem er die Schnittfläche immer wieder von neuem dem Ätherstrahl aussetzte. Es muß ein solches Verfahren scheitern, teils an der Unmöglichkeit der Ausführung in den meisten Fällen, teis an der Blutung, die durch den Ätherstaub keineswegs gestillt wird, teils an der Wirkung der Kälte selbst, welche eine sorgfältige Präparation der tieferen Schichten verhindert, die Instrumente mit einer Eiskruste bedeckt und den Fingern ihr sicheres Gefühl nimmt (Kappeler).

Eine Ovariotomie unter Ätherspray versuchte Spencer Wells. Der Bauchschnitt konnte schmerzlos ausgeführt werden, zur Lösung der Adhäsionen war Chloroformnarkose nötig. Richardson und Greenhalgh vollführten mit Hilfe des Äthersprays einen Kaiserschnitt fast schmerzlos. Es unterliegt keinem Zweifel, daß von größeren Eingriffen Bauchoperationen jedenfalls noch am ehesten der Anästhesierung durch Kälte zugänglich sind. Es liegt das aber nicht an der Vollkommenheit der Methode, sondern daran, daß in manchen Fällen, aber keineswegs immer, die Anästhesierung der Bauchdecken oder selbst nur der Haut genügt, um die Operation zu ermöglichen, da die weiteren intraabdominellen Manipulationen häufig sehr gut ertragen

werden. Einer Verallgemeinerung dieses Verfahrens, wie sie neuerdings von Bloch befürwortet wird, stehen aber doch erhebliche Bedenken gegenüber. Bloch ist der Ansicht, daß meist die Anästhesierung der Haut, wozu er sich des Chloräthyls bedient, genüge, um viele große Operationen vornehmen zu können, ohne dem Kranken erwähnenswerte Schmerzen zu verursachen. Er berichtet über 503 derartige Operationen, darunter zahlreiche Herniotomien, Tracheotomien, Thorakotomien, Kolostomien und andere Operationen. Es ist unzweifelhaft richtig, daß bei sehr vielen, auch größeren chirurgischen Eingriffen und namentlich, wie schon erwähnt, Bauchoperationen, der Hautschnitt der schmerzhafteste Teil der Operation ist und mit Hilfe des Chloräthyls unempfindlich wird. Aber auch für das Ertragen der weiteren Manipulation ist doch in der Regel ein Heroismus nötig, der nicht überall und bei allen Kranken zu finden ist. Die Bedenken, die sich der Anwendung jeder unsicheren und unvollkommenen Anästhesierungsmethode entgegenstellen, sind bei Blochs Verfahren auch vorhanden. Für die Anästhesierung des Hautschnitts allein oder in Verbindung mit Narkose besitzen wir außerdem bessere Methoden als die Applikation des Chloräthylsprays.

Die Anwendung der Kälte als Lokalanästheticum dürfte nach wie vor im allgemeinen zu beschränken sein auf rasch ausführbare, oberflächliche Inzisionen, namentlich Abszeß-, Furunkel-, Fistelspaltungen, Punktionen von Körperhöhlen und ähnliche kleine Eingriffe an Haut und Schleimhaut. Und selbst da ist die Wirkung oft recht mangelhaft, weil namentlich bei starker Entzündung auch die tieferen Teile sehr empfindlich sind und, auch wenn die Haut gefroren und unempfindlich ist, jeder Druck und jede Zerrung der Gewebe heftigen Schmerz verursacht.

Recht oft gelingt es, Extraktionen gut zugänglicher, periostitisch erkrankter Zähne leichter erträglich oder selbst unempfindlich zu machen, wenn das Zahnfleisch zu beiden Seiten der Alveole durch den Äthylchloridstrahl zum Gefrieren gebracht wird. Bei Pulpitis ist dies Verfahren jedoch seiner großen Schmerzhaftigkeit wegen gewöhnlich nicht anwendbar.

Die Tatsache, daß die Leitungsfähigkeit freigelegter Nervenstämme bei Tieren durch starke Abkühlung beeinträchtigt oder aufgehoben werden kann, hat Versuche veranlaßt, auch beim Menschen durch perkutane Einwirkung der Kälte auf Nervenstämme Leitungsanästhesie in ihrem Verbreitungsbezirk hervorzurufen. Von der Möglichkeit einer derartigen Beeinflussung oberflächlich gelegener Nervenstämme kann man sich sehr leicht durch Versuche am eigenen Körper überzeugen. Ich ließ den Äthylchloridstrahl auf die Gegend des N. ulnaris am

Condylus int. humeri einwirken. Nachdem Eisbildung in der Haut eingetreten war, verging unter fortdauernder Abkühlung etwa noch eine halbe Minute, bis der Nervenstamm affiziert wurde. Es traten plötzlich äußerst heftige Schmerzen im ganzen Verbreitungsbezirk desselben auf, dann, nach etwa einer Minute, entstand am Vorderam, sowie im vierten und fünften Finger taubes Gefühl und stellenweise Anästhesie. Der Eintritt vollkommener Leitungsunterbrechung konnte der intensiven Schmerzen wegen nicht abgewartet werden. Zwei Minuten nach Unterbrechung der Chloräthylbestäubung war nichts mehr von der Beeinträchtigung der Nervenfunktion zu bemerken. Hingegen bildeten sich an der Applikationsstelle Blasen und ein schmerzhaftes Infiltrat. Am N. radialis dicht über dem Handgelenk gelang der Versuch insofern besser, als die Leitungsfähigkeit des Nerven für kurze Zeit völlig aufgehoben werden konnte. Im übrigen zeigte sich hier das gleiche wie dort, sobald die Frostwirkung den Nerven erreicht hatte, traten sehr charakteristische, kaum erträgliche Schmerzen auf, die Haut an der Applikationsstelle des Chloräthyls wurde schwer geschädigt, es entstand eine langsam heilende, schmerzhafte Ulzeration.

Geeigneter als der Chloräthylstrahl erweist sich, wie oben erwähnt, der Ätherspray, wenn man Tiefenwirkungen beabsichtigt. Es dauert dabei allerdings mehrere Minuten, bis z. B. im N. ulnaris oder radialis die Leitung unterbrochen ist, und die vorangehenden Schmerzen sind ebenfalls sehr heftig, aber es bleibt wenigstens die Gewebsschädigung aus. Der Versuch, einen Finger anästhetisch zu machen durch Anwendung des Äthersprays ringsherum an der Basis des Fingers, erwies sich als unausführbar; sobald die Abkühlung der Gewebe in die Tiefe drang, wurden die Schmerzen unerträglich. Dies spricht also nicht gerade für die praktische Verwendbarkeit der durch Abkühlung der Nervenstämme hervorzurufenden Leitungsanästhesie, wenigstens wenn es sich um größere Nervenstämme handelt. Eine Abstumpfung der Emfindlichkeit, wenn auch nicht völlige Anästhesie, ist aber gewiß zuweilen zu erreichen. Versuche in dieser Richtung sind wiederholt gemacht worden. Roßbach teilt mit, daß es ihm gelungen sei, durch zwei Minuten lange Anwendung des Äthersprays auf eine Stelle der Halshaut beiderseits unterhalb des Endes des großen Zungenbeinhorns den Nervus laryngeus superior und damit den Kehlkopf unempfindlich zu machen. Scheller und von Hacker lassen zur Ausführung von Zahnextraktionen den Äthylchloridstrahl nicht auf das Zahnfleisch, sondern außen auf die Haut in der Gegend der Vorderfläche des Unterkiefers, der Fossa canina, vor dem Ohr einwirken. Beide Autoren

geben an, daß auf diese Weise oft eine für Zahnextraktion ausreichende Abschwächung der Empfindlichkeit oder selbst eine völlige Aufhebung derselben zu beobachten war, beide betonen aber auch die Unsicherheit des Verfahrens. Ich erwähne nochmals, daß gegebenenfalls der Richardsonsche Ätherspray weit geeigneter erscheint als der Chloräthylstrahl.

Noch in anderer Weise, durch Injektion abgekühlter Flüssigkeiten in die Gewebe, hat man versucht, Temperatureinwirkungen den Zwecken der Lokalanästhesie dienstbar zu machen. Heinze und der Verfasser haben die physiologischen Wirkungen verschieden temperierter Flüssigkeiten auf die sensiblen Nerven durch Einspritzung derselben in die eigene Cutis studiert. Wir bedienten uns hierzu einer an und für sich indifferenten 0,9 % Kochsalzlösung, welche, bei Körpertemperatur injiziert, die sensiblen Nerven weder reizt noch lähmt. Es zeigte sich, daß jede stärkere Abweichung der Temperatur der Lösung von der Körpertemperatur nach unten einen schmerzhaften Reiz auslöst, um so intensiver, je kälter die Lösung ist. Abkühlung der Lösung auf 0° und darunter bewirkt im Anschluß an den Reiz eine wenige Sekunden anhaltende Aufhebung der Schmerzempfindung, während Lösungen mit einer nur wenig höheren Temperatur die Sensibilität der Haut absolut nicht herabsetzen. Bei Durchtränkung größerer Gewebsabschnitte mit bis auf 0° abgekühlten Lösungen werden dieselben vielleicht eher zur Geltung kommen, weil sie sich weniger schnell erwärmen können. Létang, der zur Erzielung lokaler Anästhesie auf 0° abgekühlte Kochsalzlösungen von 0,5—1 % oder Mischungen von Wasser, Glyzerin und Äther injiziert, geht in der Empfehlung dieser Methode sicherlich zu weit. Wir werden von ihr nicht viel erwarten können im Hinblick auf die Erfahrungen mit dem Äther- und Chloräthylspray, wo wir sehr intensive, durch Einspritzung kalter Lösungen niemals zu erreichende Abkühlung der Gewebe brauchen, um eine auch nur kurze Zeit andauernde Anästhesie der Gewebe zu erhalten. Létang sagt, man könne durch von neuem wiederholte Einspritzungen die Dauer der Anästhesie beliebig verlängern. Das dürfte in der Praxis ein großer Übelstand sein und die Operation ins Ungemessene verlängern. Von Schleich wurde empfohlen, Kokainlösungen abgekühlt zu injizieren. Wenn sich ihm dies als nützlich erwiesen hat, so ist daran nicht die direkte Einwirkung der kalten Flüssigkeit schuld, sondern der Umstand, daß in abgekühlten Geweben die Resorption verlangsamt wird und deshalb die örtliche Kokainwirkung stärker sich äußert. Über die Anwendung der Abkühlung als Hilfsmittel bei der Anwendung spezifisch wirkender, örtlich anästhesierender Mittel siehe 8. Kap.

5. Kapitel.

Die osmotische Spannung wässeriger Lösungen. Quellungs- und Schrumpfungsanästhesie.

Hängt man einen unten durch eine tierische Membran verschlossenen Zylinder mit einer konzentrierten Salzlösung in ein mit reinem Wasser gefülltes Gefäß, derart, daß die Spiegel beider Flüssigkeiten im gleichen Niveau stehen, so findet zwischen beiden Flüssigkeiten ein Austausch ihrer Moleküle statt. Es geht ein Wasserstrom aus dem äußeren in das innere Gefäß und ein Salzstrom aus dem inneren in das äußere. Jener ist aber viel stärker als dieser, so daß das Volumen der inneren Flüssigkeit zunimmt; ihr Spiegel steigt. Dieser Austausch findet so lange statt, bis in beiden Gefäßen sich eine Salzlösung von gleicher Konzentration befindet. Der gleiche Vorgang vollzieht sich, wenn über einer konzentrierten Salzlösung ohne Einschaltung einer Membran Wasser aufgeschichtet wird. In diesem Fall nennt man ihn Diffusion, in ersterem Osmose oder Membrandiffusion. Die Kraft, welche die Bewegung der Moleküle und das Steigen der Flüssigkeitssäule in dem die Salzlösung enthaltenden Gefäß hervorbringt, nennt man osmotischen Druck oder osmotische Spannung. Sie ist eine dem Wasser und allen wässerigen Lösungen innewohnende, latente, physikalische Eigenschaft und ist abhängig von der Anzahl der im Liter der Lösung enthaltenen Moleküle und von deren Dissoziationsgrad. Die Geschwindigkeit des Salzstromes hängt ab von der Art des gelösten Körpers, von der Durchlässigkeit der die beiden Flüssigkeiten trennenden Membran und von der Konzentration der Salzlösung. Die Geschwindigkeit des einer Salzlösung zustrebenden Wasserstroms ist ihrer Konzentration nahezu proportional und wächst mit steigender Temperatur. Auf die Bewegungsgeschwindigkeit des Salzstroms ist die Temperatur von weniger großem Einfluß. Kolloidsubstanzen, Eiweiß, Schleim, Leim, Gummi usw. diffundieren im Gegensatz zu den meisten kristalloiden Substanzen sehr wenig durch tote Membranen und verändern nicht den osmotischen Druck der Lösungen, in denen sie sich befinden. Werden nicht Wasser und Salzlösungen, sondern verdünnte und konzentrierte Lösungen desselben Salzes in Wechselwirkung gebracht, so geht ein Wasserstrom aus der verdünnten in die konzentrierte Lösung über; ein Salzstrom bewegt sich in umgekehrter Richtung. Die Intensität

der Ströme wird in diesem Fall u. a. abhängig sein von der Konzentrationsdifferenz beider Lösungen.

Werden Lösungen verschiedener Salze zusammengestellt, so kann zu jeder Lösung des einen eine Lösung des anderen gefunden werden, welche sich insofern nicht beeinflussen, als kein Wasser aus der einen in die andere übergeht. Derartige Lösungen, welche den gleichen osmotischen Druck besitzen, nennt man *isosmotisch* oder *isotonisch*; wird nun eine der beiden Lösungen mit Wasser verdünnt, so heißt sie im Verhältnis zur anderen *hyposmotisch* oder *hypotonisch* und gibt Wasser an sie ab; wird sie konzentrierter gemacht, so heißt sie *hyperosmotisch* oder *hypertonisch* und empfängt Wasser, so lange, bis beide wieder isosmotisch sind. Gleichzeitig aber und unabhängig von dem Wasserstrom findet bei der Wechselwirkung von Lösungen verschiedener Salze, auch wenn sie isosmotisch sind, ein Austausch ihrer Salzmoleküle statt, bis auch sie auf beiden Seiten gleich verteilt sind.

Überall im Haushalt der Natur, überall, wo lebende Zellen und Gewebsflüssigkeiten miteinander in Berührung treten, spielen diese osmotischen Vorgänge eine Rolle. Namentlich die Regulierung derselben, derart, daß den Gewebssäften unter normalen Verhältnissen stets ein bestimmter Salzgehalt erhalten bleibt, ist eine Leistung des Organismus, deren Studium neuerdings eifrig betrieben wird und auch für die Pathologie und Therapie Bedeutung gewonnen hat.

Die regelrechte Funktion der Nervenelemente und überhaupt aller lebenden Gewebe ist bekanntlich gebunden an ihre Durchtränkung mit einer Ernährungsflüssigkeit, bestehend aus Wasser, Eiweißzubstanzen und Salzen. Sie muß aber nicht nur eine gewisse chemische Konstanz besitzen, die ihr durch ihre Zusammensetzung gegeben wird, sie bedarf auch einer physikalischen Konstanz, also einer gewissen Temperatur und einer gewissen Konzentration ihres Salzgehalts, welche ihre osmotische Spannung bestimmt.

Die Konzentration des Salzgehalts, verschieden bei verschiedenen Tieren und Pflanzen, ist von derartiger Bedeutung, daß man lebende Gewebe und im besonderen auch Nervenelemente eine Zeitlang in manchen wässerigen Lösungen lebend erhalten kann, wenn sie nur einen ganz bestimmten Salzgehalt besitzen, ohne in ihrer chemischen Zusammensetzung mit der normalen Ernährungsflüssigkeit übereinzustimmen (sogenannte physiologische Lösungen), während geringe Änderungen des Salzgehalts das schnelle Aufhören der Funktion und Formveränderungen der Gewebe veranlassen. Die Ursache dieses Ver-

haltens ist hier das Vorhandensein, dort das Fehlen osmotischer Spannungsdifferenzen zwischen der Salzlösung und der Gewebsflüssigkeit. Die Lösungen, in denen Form und Funktion der Gewebe am besten erhalten bleibt, sind isotonisch dem normalen Ernährungssaft.

Der erste, der in dieser Richtung Versuche angestellt hat, war Nasse. Er legte Froschmuskeln in Salzlösungen und prüfte, bei welcher Konzentration dieselben ihre Erregbarkeit am längsten bewahren. Er fand, daß sie dies z. B. in einer Chlornatriumlösung von 0,6 $^0/_0$, einer Jodnatriumlösung von 1,75 $^0/_0$, einer Natronsalpeterlösung von 1 $^0/_0$ tun. Diese Lösungen und das Froschblut besitzen annähernd den gleichen osmotischen Druck.

Der eigentliche Entdecker der Isotonie aber war De Vries, der eine große Anzahl isosmotischer Konzentrationen organischer und anorganischer Verbindungen bestimmte und ihre Beziehung zum Molekulargewicht studierte. Als Merkmal der Isotonie diente ihm der Umstand, daß wässerige Lösungen von einer bestimmten Konzentration einer jeden Verbindung gewisse, durch Wasserentziehung zu erklärende Erscheinungen (Plasmolyse) an Pflanzenzellen und jungen Pflanzensprossen hervorrufen. Die niedrigst konzentrierten Lösungen, welche eben noch in der bezeichneten Art wasserentziehend wirken, sind untereinander isotonisch.

In ähnlicher Weise, mit Hilfe einer physiologischen Methode, benutzten Hamburger, Köppe und Hedin die roten Blutkörperchen verschiedener Tiere und des Menschen dazu, um mit Hilfe der an ihnen unter dem Mikroskop zu beobachtenden Erscheinungen der Quellung und Wasserentziehung die isotonischen Konzentrationen wässeriger Lösungen zu finden. Hamburger prüfte, bei welcher Konzentration die roten Blutkörperchen rasch und vollständig zu Boden sinken, und bei welcher niedrigsten Konzentration sie eben Farbstoff abgeben, das Mittel aus beiden Werten ergab die mit De Vries' Untersuchungen im allgemeinen übereinstimmenden isotonischen Konzentrationen der Verbindungen. Köppe und Hedin verwendeten das durch besondere Methoden zu bestimmende Volumen der roten Blutkörperchen, das sich bei der Einwirkung hypotonischer, quellender Lösungen vergrößert, bei Anwendung hypertonischer Lösungen vermindert, als Prüfstein für die Isotonie der Lösungen. Diese sehr interessanten physiologischen Methoden werden heute selten noch geübt werden, nachdem die physikalische Chemie exaktere und einfachere Verfahren erfunden hat, um die osmotische Spannung einer Lösung zu bestimmen.

Das einfachste dieser Verfahren ist die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung, welche das Wasser erleidet, wenn kristalloide Körper in ihm gelöst werden. Alle wässerigen Lösungen, welche den gleichen Gefrierpunkt besitzen, sind isosmotisch. Osmotisch indifferent in bezug auf Wasseraufnahme und -abgabe bei ihrer Einwirkung auf menschliche Gewebe sind daher Lösungen, welche den gleichen Gefrierpunkt haben wie die normalen Körpersäfte, z. B. Blut. Gefrierpunktsbestimmungen des menschlichen Bluts, der Lymphe, ferner von Transsudaten und Exsudaten des menschlichen Körpers sind zuerst von Dreser, dann von Hamburger, Koranyi, Tauszk, Winter und dem Verfasser ausgeführt worden, heute ist die Gefrierpunktsbestimmung des Bluts bereits zu einer klinischen Untersuchungsmethode geworden.

Als Gefrierpunkte des Bluts gesunder Menschen fand

Dreser . . . . —0,56°,
Hamburger . . . . —0,557°,
Koranyi . . . . —0,56°,
Winter . . . . —0,55°,

Die neueren Untersucher geben meist —0,56° als Mittel an, ich selbst fand —0,555° als Mittelwert. Die Schwankungen nach oben und unten sind unter normalen Verhältnissen außerordentlich geringe. Werte von —0,54 und 0,57° werden bei gesunden Menschen kaum vorkommen, bei gewissen Krankheiten beobachtet man Abweichungen um wenige Hundertel Grade nach oben und unten.

Wässerige Lösungen mit einem Gefrierpunkt von —0,55° bis —0,56° haben daher annähernd den gleichen osmotischen Druck wie das menschliche Blut; Lösungen, deren Gefrierpunkt näher an 0° liegt, sind hyposmotisch, solche mit einem Gefrierpunkt tiefer als —0,55° sind hyperosmotisch gegenüber der Ernährungsflüssigkeit des menschlichen Körpers. Einzellige Pflanzen und Tiere können infolge der Beschaffenheit der sie umhüllenden Membran, ohne aufzuquellen und ihren Salzgehalt zu verändern, im Wasser leben, das Deckepithel und das Epithel der meisten Schleimhäute schützt die menschlichen Gewebe vor gewissen Einwirkungen von Lösungen mit abweichendem osmotischen Druck. Werden aber solche Lösungen in Wunden gebracht oder in die Gewebe injiziert, so geschieht zunächst das, was bei dem physikalischen Experiment, von dem wir ausgingen, im Steigen der Flüssigkeitssäule, an Pflanzenteilen, an roten Blutkörperchen in einer Volumvermehrung oder Volumverminderung, Schrumpfung, Plasmolyse

seinen sichtbaren Ausdruck findet: hyposmotische Lösungen bringen Zellen und andere Gewebsbestandteile zur Quellung, hyperosmotische entziehen ihnen Wasser, lassen sie schrumpfen, beides um so intensiver, je weiter ihr Gefrierpunkt von dem des Blutes abweicht.

Sowohl die Quellung als auch die Wasserentziehung beeinflußt unabhängig von den etwa im Wasser gelösten Körpern die sensiblen Nerven und schädigt die Gewebe. Verfasser hat, wiederum unterstützt durch Heinze, diese physiologischen Wirkungen osmotischer Spannungsdifferenzen experimentell untersucht mit Hilfe von Einspritzung blutwarmen Wassers und verschieden konzentrierter Kochsalzlösungen in die eigene Cutis und die anderer Versuchspersonen. Injiziert man mit Hilfe einer flach, fast parallel zur Hautoberfläche eingestochenen Hohlnadel, unter Vermeidung des lockeren subkutanen Zellgewebes, in das straffe Gewebe der Cutis eine Flüssigkeit, so erhebt sich das von ihr durchtränkte Gebiet in Form einer runden, blassen, für das Auge sichtbaren Quaddel über das Niveau der Hautoberfläche. An dieser Quaddel können die durch die fremdartige Flüssigkeit gesetzten Veränderungen und, infolge des großen Nervenreichtums der Cutis, ganz besonders deren Einwirkungen auf die Sensibilität sehr leicht geprüft werden. Künstliche Hautquaddeln sind für diesen Zweck zuerst von Schleich gebraucht worden. Die Ausnutzung dieser Methode muß ich jedoch ganz allein für mich und Heinze in Anspruch nehmen. Die Beobachtungen, die Schleich mit Hilfe der Quaddelprüfungen gemacht hat, haben sich bei Nachprüfung von verschiedensten Seiten vielfach als ungenau erwiesen. Die Ergebnisse unserer Versuche veranschaulicht die umstehende Tabelle (Fig. 4).

Auf der horizontalen Linie sind aufgetragen die Konzentrationen von Kochsalzlösungen von 0 %, also Wasser, bis 10 %, von einem Teil dieser Lösungen sind auch die Gefrierpunkte angegeben. Die ausgezogene Kurve bedeutet einen sensiblen Reiz, welcher als Schmerz sich äußert, wenn die Lösungen in die Cutis eingespritzt werden, die punktierte Kurve bedeutet die sensible Lähmung, Anästhesie, welche diesem Reiz folgt. Der Abstand der Kurvenpunkte entspricht der relativen Intensität des Reizes und der Lähmung. In der Mitte steht die Kochsalzlösung von 0,9 %, sie hat einen Gefrierpunkt von $-0{,}55^{\circ}$, besitzt also annähernd die gleiche osmotische Spannung wie das menschliche Blut. Alle links von ihr bezeichneten Lösungen bringen die Gewebe zur Quellung, alle rechts bezeichneten entziehen ihnen Wasser. Wird die 0,9 % Kochsalzlösung körperwarm in die Cutis

gespritzt, so ist die Injektion schmerzlos, es wird kein Reiz ausgelöst, ebensowenig wird an der Quaddel irgendeine Veränderung der Sensibilität, jedenfalls keine Herabsetzung derselben beobachtet. Die entstandene Quaddel verschwindet spurlos nach kurzer Zeit. Wird die Lösung nun mehr und mehr verdünnt und wieder injiziert, so entsteht, in der Regel bei 0,55%, ein Schmerz bei der Einspritzung, der bei weiterer Verdünnung rasch an Intensität zunimmt, um beim reinen Wasser seine größte Heftigkeit zu erreichen. Die Einspritzung von Wasser ist außerordentlich schmerzhaft. Der Schmerz, wir nennen ihn Quellungsschmerz, ist aber nur von kurzer Dauer, ihm schließt sich an eine Herabsetzung und Aufhebung der Sensibilität im Bereich der Quaddel, welche wiederum mit der Verdünnung der Lösung an Intensität und Dauer allmählich zunimmt und beim reinen Wasser am längsten, bis etwa 15 Minuten, anhält. Wir nennen sie Quellungsanästhesie. Endlich verursachen sehr verdünnte Lösungen eine Schädigung der Gewebe, die sich darin äußert, daß an Stelle der Quaddel schmerzhafte Infiltrate zurückbleiben. Reines Wasser bewirkt nicht selten oberflächliche Gewebsnekrosen, Quellungsnekrosen. — An Lösungen, welche mehr als 0,9% Kochsalz enthalten, beobachtet man die Symptome der Wasserentziehung. Sie bestehen gleichfalls in Reiz, Lähmung und Gewebsschädigung. Der Reiz wird in anderer Weise empfunden als der Quellungsschmerz, er folgt der an sich schmerzlosen Injektion und hält mehrere Minuten an, während die Quaddel stark hyperästhetisch ist. Hierauf tritt Anästhesie ein. Gleichzeitig macht die Quaddel sehr eigentümliche und typische Formveränderungen durch. Wenn der brennende Schmerz nachläßt und die Anästhesie beginnt, sinkt schnell das Zentrum der Quaddel in Form einer Delle ein, während ihr Rand einen zirkulär erhabenen Wall bildet; der anämische Wall und das anämische Zentrum sind meist durch einen schmalen, geröteten Ring getrennt. Nach etwa 15 Minuten wird die Quaddel wieder gleichmäßig flach und vergrößert sich nach der Peripherie, um dann zu verschwinden, während die Sensibilität wiederkehrt. Konzentrierte Kochsalzlösungen schädigen ferner die Gewebe. Die Intensität aller dieser Erscheinungen wächst mit der Konzentration der Kochsalzlösung, bei etwa 2,5% sind sie bereits zu erkennen; mehr als 10% Kochsalzlösung zu injizieren, ist kaum erträglich. — Geringe Grade von Quellung und Wasserentziehung sind nicht erkennbar, derart, daß in der Nachbarschaft der 0,9% Kochsalzlösung eine indifferente Zone, eine Anzahl von Lösungen (0,55 bis 2,5%) vorhanden ist, welche die oben geschilderten Symptome noch nicht hervorrufen.

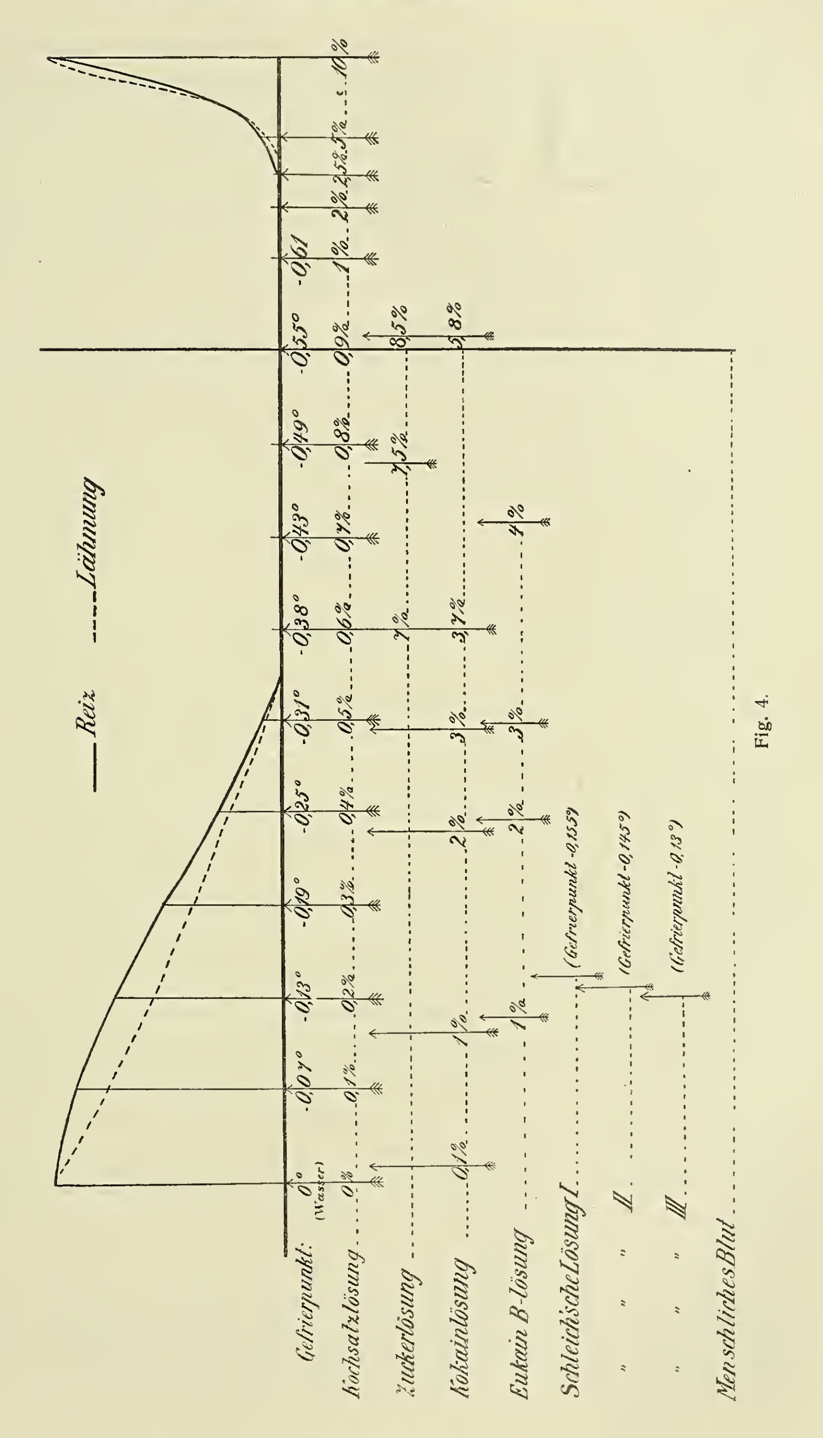

Reiz
Lähmung
Gefrierpunkt:
0° (Wasser)
-0,07°
-0,13°
-0,19°
-0,25°
-0,31°
-0,38°
-0,43°
-0,49°
-0,55°
-0,61
Kochsalzlösung
0%
0,1%
0,2%
0,3%
0,4%
0,5%
0,6%
0,7%
0,8%
0,9%
1%
2%
2,5%
5%
10%
Zuckerlösung
7%
7,5%
8,5%
Kokainlösung
0,1%
1%
2%
3%
3,7%
5,8%
Eukain B-Lösung
1%
2%
3%
4%
Schleich'sche Lösung I
(Gefrierpunkt -0,159)
" " " II
(Gefrierpunkt -0,145°)
" " " III
(Gefrierpunkt -0,13°)
Menschliches Blut

Fig. 4.

Unsere Schmerz- und Lähmungskurven entsprechen aber natürlich nicht absoluten Werten. Sie wurden gefunden an der Haut unserer Vorderarme. Wenn Kochsalzlösungen in hyperästhetische Gewebe oder bei sehr sensiblen Personen injiziert werden, so müssen auch weniger stark quellende und wasserentziehende Lösungen schon als solche empfunden werden. Schmerz- und Lähmungskurven werden in diesem Fall die Horizontale näher ihrem Mittelpunkt erreichen, als wir gefunden haben, die anscheinend indifferente Zone wird schmäler sein.

Daß hier wirklich die Symptome der Quellung und Wasserentziehung vorliegen, schließen wir aus folgenden Umständen. Da das überall in unserem Körper vorhandene Wasser und Kochsalz schwerlich spezifisch chemisch auf die Gewebe einwirken kann, muß eine physikalische Eigenschaft der Lösungen es sein, welche Schmerz, Lähmung und Gewebsschädigung bedingt. Diese kann aber nur der osmotische Druck der Lösungen sein, da sich die Symptome verändern mit dem osmotischen Druck und verschwinden, wenn Druckunterschiede zwischen Blut und Lösung fehlen. Endlich gibt es außer dem Kochsalz eine Anzahl Salze, welche gar nicht oder wenig und langsam spezifisch chemisch die Gewebe beeinflussen. Hierzu gehören die meisten Natriumsalze, wie phosphorsaures, schwefelsaures, kohlensaures, borsaures Natron, ferner Zucker und einige Harnstoffverbindungen. Untersucht man systematisch die Lösungen dieser Salze in der oben beschriebenen Weise, so findet man, daß sie, wie das Kochsalz, jene indifferente Zone besitzen in der Umgebung der mit Hilfe der Gefrierpunktsbestimmung festzustellenden, dem Blut isotonischen oder physiologischen Konzentration, und daß überhaupt ihre Lösungen die gleichen Symptome machen wie Kochsalzlösungen mit dem gleichen Gefrierpunkt, vom Quellungsschmerz bis zu der eigentümlichen Formveränderung der Quaddel durch stark wasserentziehende Lösungen. Unsere Reiz- und Lähmungskurven gelten demnach für die wässerigen Lösungen aller Substanzen; die Symptome ihrer physikalischen Einwirkung werden aber bei den meisten von ihnen verdeckt, weil sie infolge chemischer Differenz die sensiblen Nerven reizen oder lähmen, die Gewebe schädigen oder zerstören. Es ist in diesem Fall notwendig, den Gefrierpunkt einer Lösung zu bestimmen, um zu erfahren, wie sie physikalisch auf die Gewebe einwirkt.

In Fig. 4 sind die Gefrierpunkte der wässerigen Lösungen einiger anderer Salze notiert und an der ihnen zukommenden Stelle eingesetzt. Man sieht, daß die physiologische Konzentration des Traubenzuckers ungefähr bei 8,5 % liegt. Diese Lösung ist gänzlich indifferent und

erzeugt bei der Injektion weder einen Schmerz noch Anästhesie. Die Injektion der gewöhnlich für Infusionszwecke gebrauchten, viel mehr verdünnten Zuckerlösungen muß natürlich schmerzhaft sein, weil sie osmotische Spannungsdifferenzen veranlassen. Die Abbildung zeigt dann noch die Gefrierpunkte einiger anästhesierender Lösungen, auf welche später zurückzukommen ist.

Es sind jetzt noch einige historische Notizen nachzutragen.

Seit sehr langer Zeit, solange überhaupt anatomische und physiologische Studien getrieben werden, ist es bekannt, daß dem Wasser die Eigenschaften eines Protoplasmagiftes innewohnen, daß es die Struktur derjenigen Zellen zerstört, welche nicht durch besondere Einrichtungen (Undurchlässigkeit der Zellenmembran) gegen seine Einwirkung geschützt sind und sie tötet. Der schädliche Effekt der Quellung konnte unter dem Mikroskop beobachtet werden: die mit Wasser imbibierten Gewebe vergrößern ihr Volumen, verlieren ihre Struktur, alle Gewebselemente quellen auf, die Sarkolemmschläuche der Muskelfasern zerplatzen, und wenn frische Nervenfasern mit Wasser zusammengebracht werden, so entstehen jene ihrer völligen Zerstörung gleichkommenden Formveränderungen, welche schon den alten Anatomen in hohem Grade aufgefallen sind. Längst ist es ferner den Physiologen bekannt, daß lebende Gewebe in ihrer Funktion gestört werden, wenn sie quellen, oder wenn ihnen durch Austrocknen oder durch die Einwirkung konzentrierter Salzlösungen Wasser entzogen wird. Frische Muskeln, in Wasser gelegt, verlieren ihre Erregbarkeit und Kontraktionsfähigkeit und werden starr. (Swammerdam.) Quellung und Wasserentziehung, wenn sie einen Nervenstamm betreffen, wirken als Reiz und vermindern seine Erregbarkeit. Wasser, zwischen die Fibrillenbündel eines Nervenstammes gespritzt, unterbricht sofort dessen Leitungsfähigkeit und schädigt ihn gleichzeitig auf das schwerste. (Biberfeld.) Die Beobachtung, daß diese Erscheinungen ausbleiben, wenn im Wasser bestimmte Mengen von Salzen gelöst sind, führte endlich zur Entdeckung der Isotonie der Lösungen und deren Zusammenhang mit dem Molekulargewicht der gelösten Körper; sie ist dadurch von weittragender Bedeutung für die theoretische Chemie geworden, denn van t'Hoffts Theorie der Lösungen weist zurück auf die Arbeiten von De Vries und Hamburger.

Die Überschwemmung des Körpers mit Wasser bei Tieren verursacht infolge der Herabsetzung des osmotischen Drucks des Bluts und der Körpersäfte schwere Allgemeinerscheinungen. Nach Falck sterben Hunde, wenn ihnen intravenös 88 ccm Wasser pro Kilo injiziert

werden. Subkutane Injektion von etwa 200 ccm Wasser bewirkt bei Kaninchen den Tod unter Symptomen von erschwerter Respiration, gestörter Herztätigkeit, Temperaturabfall, Konvulsionen. Zugleich tritt Hämoglobinurie auf. (Falck, Emmerich.) Das gleiche beobachtete Custer, wenn er Kaninchen subkutan größere Mengen sehr verdünnter Kokainlösung einverleibte. Die Tiere starben nicht an Kokainvergiftung, sondern an den Folgen der Wasserimbibition. Durch Kochsalzzusatz lassen sich diese üblen Erscheinungen vermeiden. Ziemlich weit verbreitet ist die Ansicht, daß eine Kochsalzlösung von 0,6 % die hierzu am meisten geeignete Flüssigkeit sei, sie pflegt deshalb physiologische Kochsalzlösung genannt zu werden. Hamburger und Koeppe wiesen bereits darauf hin, daß diese Lösung, deren Anwendung auf die oben erwähnten Versuche Nasses an Froschmuskeln zurückgeht, noch quellend wirkt, und daß eine Kochsalzlösung von 0,92 % die gleiche osmotische Spannung besitzt wie das menschliche Blut. Eine 0,6 % Kochsalzlösung besitzt daher die physiologische Konzentration für den Frosch, eine solche von 0,92 % die physiologische Konzentration für den Menschen.

Daß dem Wasser bei subkutaner Injektion eine schmerzstillende Wirkung zukomme, haben mehrere Beobachter festgestellt. Die ersten darauf bezüglichen Beobachtungen stammen von Potain (1869) und Dieulafoy (1870). Lafitte teilt mit, er habe bei allen möglichen mit Schmerz verbundenen Affektionen, wie Ischias, Neuralgieen, Rheumatismus, durch Wasserinjektionen direkt in die affizierte Partie äußerst gute Erfolge erzielt. Unangenehm sei nur das während der Injektion auftretende heftige Brennen, das aber rasch verschwinde. Die schmerzstillende Wirkung schreibt er der durch die injizierte Flüssigkeit hervorgerufenen Kompression oder der Imbibition der sensiblen Nervenfasern zu, wodurch letzteren momentan die Fähigkeit entzogen werde, Schmerzwahrnehmungen aufzunehmen und weiter zu leiten. Ähnliches berichten Lelut, Burney Yes, Griffith.

Die anfangs erregende, später anästhesierende Wirkung des Wassers, sowie seine Indifferenz bei Kochsalzzusatz, endlich die wiederum anästhesierende Wirkung stärker konzentrierter Kochsalzlösungen beobachteten ferner Liebreich und Schleich. Unter Liebreichs Leitung unternahm Bussenius Tierversuche, um die lokalanästhesierende Wirkung einiger Substanzen festzustellen. Er injizierte die Lösungen derselben subkutan bei Kaninchen und fand, daß 0,6 % Kochsalzlösung die Sensibilität intakt läßt, während 5 % und 10 % Kochsalzlösung geringe Herabsetzung der Empfindlichkeit hervorruft. Wieviel präzisere Er-

gebnisse sich erzielen lassen, wenn die Versuche nach Schleichs Methode am eigenen Körper vorgenommen werden, haben wir oben gezeigt. Schleich selbst nahm an, daß zwischen dem reinen Wasser und einer 0,6 % Kochsalzlösung eine Konzentration liegen müsse, welche keinen Injektionsschmerz, wohl aber wegen ihrer größeren Ähnlichkeit mit reinem Wasser später Anästhesie erzeugen würde und glaubt, in der 0,2 % Kochsalzlösung ein brauchbares Anästheticum gefunden zu haben. Quellungsanästhesie und Quellungsschmerz sind jedoch stets miteinander verbunden. Wird die quellende Wirkung des Wassers vermindert, so vermindert sich zwar der Quellungsschmerz, es wird aber auch die Quellungsanästhesie unvollkommen.

Zur Ausführung von Operationen ist die Quellungsanästhesie nur selten und vorübergehend versucht worden, u. a. von Halsted und Gant. Schleich teilt mit, daß er mit Hilfe von Wasserinjektionen die Exzision eines Karbunkels schmerzlos habe ausführen können. Seine späteren Versuche, eine 0,2 % Kochsalzlösung zu lokalanästhetischen Injektionen zu verwenden, dürften wohl auch vereinzelt geblieben sein. Die Injektion dieser Lösung ist immer noch sehr schmerzhaft, die ihr folgende Anästhesie unvollkommen und von sehr kurzer Dauer. Eine Anästhesie, die durch Schmerz erkauft werden muß, nannte Liebreich: Anaesthesia dolorosa. Auch die Quellungsanästhesie ist eine solche Anaesthesia dolorosa und ist deshalb, und weil mit ihr eine Gewebsschädigung verbunden ist, praktisch nicht verwendbar. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die physikalischen Nebenwirkungen wässeriger Lösungen lassen sich vielmehr folgendermaßen zusammenfassen.

Zu Gewebsinjektionen, welchem Zweck sie auch dienen mögen, dürfen nur Flüssigkeiten verwendet werden, welche annähernd den gleichen osmotischen Druck, den gleichen Gefrierpunkt besitzen wie die Gewebssäfte des menschlichen Körpers. Da die örtlich anästhesierenden Mittel zu Gewebsinjektionen in weit geringerer, als ihrer physiologischen Konzentration, Anwendung finden, muß durch Zusatz einer entsprechenden Menge eines indifferenten Salzes, wie Kochsalz, die quellende, gewebsschädigende Wirkung ihrer Lösungen beseitigt werden.

---

6. Kapitel.

Indifferente und differente Substanzen. Resorption und örtliche Vergiftung. Prüfungsmethoden, allgemeine Eigenschaften und Anwendungsformen örtlich anästhesierender Mittel.

Wir lernten im vorigen Kapitel einige Substanzen kennen, welche wesentliche örtliche Einwirkungen auf die Gewebe auszuüben nicht imstande sind, und welche deshalb ein Studium der physikalischen Nebenwirkungen ihrer wässerigen Lösungen bei Injektion derselben in die Gewebe ermöglicht haben. Welches ist nun das weitere Schicksal dieser injizierten Substanzen? Ein kleiner Teil mag wohl stets unmittelbar in eine Vene oder einen Lymphspalt hineingelangen und schnell dem Kreislauf einverleibt werden, der größere Teil aber bleibt zunächst an der Injektionsstelle liegen und kommt erst auf Umwegen zur Aufsaugung, nachdem er mehr oder weniger schnell oder mehr oder weniger weit in die Gewebe der Umgebung diffundiert ist, ohne an ihnen örtliche Veränderungen hervorzurufen. Sind osmotische Spannungsdifferenzen entstanden, so wird deren Ausgleich erstrebt. Wenigstens weisen die interessanten Untersuchungen Hamburgers über die Resorption wässeriger Lösungen aus serösen Höhlen darauf hin. Hamburger beobachtete dabei nämlich folgendes. 1. Seröse Flüssigkeiten und Salzlösungen werden, nachdem sie in die Bauchhöhle von Tieren gebracht sind, resorbiert. 2. Sind diese Flüssigkeiten dem Blut des Versuchstieres isotonisch, so verändern sie ihre osmotische Spannung nicht. 3. Hypotonische und hypertonische Lösungen werden in der Bauchhöhle isotonisch während der Resorption. 4. Während ihres Aufenthalts in der Bauchhöhle wechselt die intraperitoneale Flüssigkeit Bestandteile mit dem Blutplasma aus; so fand sich z. B. nach Injektion einer mit dem Kaninchenblut isotonischen 1,7 % Lösung von schwefelsaurem Natron eine bedeutende Menge von Kochsalz, Natriumphosphat und Eiweiß in der isotonisch bleibenden Flüssigkeit. Eine Verzögerung der Resorption der gelösten Substanz bei bestehenden osmotischen Druckdifferenzen zwischen Lösung und Blutplasma ist aus Hamburgers Versuchen nicht zu ersehen. Hamburger betont vielmehr ausdrücklich, daß der Ausgleich der Druckdifferenzen während der Resorption und unabhängig von ihr stattfindet. Das ist nicht

ohne praktisches Interesse, weil irrtümlich angenommen wird (Legrand), daß Kokain aus hypotonischen Lösungen langsamer wie aus isotonischen resorbiert werde, und die Anwendung isotonischer Lösungen aus diesem Grunde nicht vorteilhaft sei.

Ebenso zeigen die Untersuchungen Schnitzlers und Ewalds, daß lediglich die Konzentration der Salzlösung auf die Geschwindigkeit der Resorption einwirkt. Es ließ sich nachweisen, daß ein bestimmtes Quantum des Salzes (Jodkalium, Salizylsäure) um so eher durch die Nieren ausgeschieden wurde, also wohl auch um so schneller resorbiert worden sein muß, je konzentrierter die in die Bauchhöhle gebrachte Lösung war. Die außerordentliche Geschwindigkeit, mit der in die Bauchhöhle gebrachte Substanzen im Harn wieder erscheinen, bestätigen die später durch Klapp schlagend bewiesene Annahme von Heidenhain, Orlow, Starling und Tubby, O. Cohnheim u. a., daß die Resorption in Wasser gelöster Substanzen aus serösen Höhlen vorzugsweise auf dem Wege der Blutbahn erfolgt. Die genannten Autoren halten es entgegen der Meinung Hamburgers und Cohnsteins für unzweifelhaft erwiesen, daß neben der Osmose, neben der Filtration unter erhöhtem intraperitonealen Druck die vitalen Kräfte der lebenden Bauchwand eine wesentliche Rolle spielen und bei der Resorption aus der Bauchhöhle jene rein physikalischen Vorgänge beeinflussen müssen.

Die Erscheinungen bei der interstitiellen Resorption ins Unterhautzellgewebe injizierter wässeriger Lösungen weichen schwerlich erheblich von denen ab, welche sich in der Bauchhöhle abspielen. Unabhängig von dem Wasserstrom, der eine Quellung oder Schrumpfung der Gewebe veranlaßt, wird, wie im physikalischen Experiment, ein Austausch der Moleküle der in den Lösungen und in der Gewebsflüssigkeit enthaltenen Salze stattfinden, selbst eine osmotisch indifferente Kochsalzlösung wird in dieser Hinsicht keineswegs ganz indifferent sein, weil die Gewebsflüssigkeiten eben auch noch andere Substanzen enthalten als Kochsalz. In der Tat hat Hamburger gefunden, daß die roten Blutkörperchen an eine derartige Salzlösung Blutfarbstoff abgeben. Nach Höbers Beobachtungen würde dabei sogar vorübergehend eine vorhandene Isotonie gestört werden können. Die in der Zeiteinheit in die Umgebung der Injektionsstelle diffundierende Menge der gelösten Substanz muß abhängig sein von der Konzentration der Lösung und von der Diffusionsgeschwindigkeit der Substanz, welche ihrerseits wieder beeinflußt wird von der verschiedenen Durchlässigkeit der in Betracht kommenden Membranen und Häute. Steht die injizierte

Lösung unter höherem Druck, so wird sie auch mittelst einfacher Filtration in die Umgebung vordringen. Der Vorgang aber, durch den schließlich der größte Teil der gelösten Substanz, wie des Lösungsmittels in den Kreislauf gelangt, die Resorption, ist sicherlich ein vitaler Vorgang; er ist gebunden an die Vitalität der Gewebe, langsam bei geringer Vitalität, beschleunigt bei lebhaftem Stoffwechsel, aufgehoben, solange die Lebensvorgänge an den Geweben unterbrochen sind. Es darf ferner als feststehend angesehen werden, daß die aus dem Unterhautzellgewebe zur Resorption kommenden wässerigen Lösungen zum überwiegenden Teil ohne Vermittelung der Lymphgefäße dem Blutstrom zugeführt werden (Magendie, Lebküchner, Asher, Munk, Hamburger), während andererseits ölige Lösungen fast ausschließlich durch die Lymphwege, infolgedessen langsamer resorbiert werden.

Den wenigen, früher erwähnten, indifferenten oder fast indifferenten Substanzen, deren Lösungen auf lebende Gewebe fast ausschließlich physikalische Nebenwirkungen zeigen, steht eine unendliche Zahl differenter Mittel gegenüber, welche auch andere als physikalische, d. h. durch ihre chemische Konstitution bedingte Veränderungen an den Gewebsteilen verursachen, mit denen sie in wirksame Berührung gebracht werden. Diese Veränderungen, deren Summe örtliche Vergiftung genannt werden kann, kommen vermutlich in der Hauptsache dadurch zustande, daß die Mittel mit den Salzen und Eiweißsubstanzen des Körpers chemische Verbindungen eingehen, oder letztere zur Fällung bringen. Die örtlichen Wirkungen äußern sich am lebenden Körper als Steigerung, Störung oder Aufhebung der Funktion, Erregung oder Lähmung der sensiblen Nerven, Gewebsschädigung, örtlicher Gewebstod. Sie sind manchmal vorübergehend, d. h. nach einer gewissen Zeit entledigen sich die lebenden Gewebe auf irgend eine Weise der fremdartigen, ihre Funktion störenden, ihr Leben bedrohenden Substanzen und nehmen ihre Funktion wieder auf, ohne daß ein Schaden zurückbleibt. In den meisten Fällen indessen bewirkt die örtliche Vergiftung bleibende Veränderungen, mehr oder weniger intensive Gewebsschädigung, Entzündung, Nekrose. Die Mehrzahl aller differenten Substanzen lassen am Ort ihrer Einwirkung die Gewebe hyperämisch werden, einige verändern die Blutfülle derselben nicht wesentlich, einige wenige bringen die Blutgefäße zur Kontraktion und machen die Gewebe anämisch. Manche endlich rufen unmittelbar nach der Applikation eigentümliche, flüchtige, örtliche Ödeme hervor, ein Symptom, welches dem sofort bekannt erscheint, der sich an die Folgen eines Insektenstichs erinnert.

Der Ablauf des Resorptionsvorganges muß bei differenten Mitteln sich anders gestalten als bei indifferenten. Denn die geschilderten örtlichen Veränderungen lassen sich nicht denken ohne einen gewissen Materialverbrauch: eine örtliche Wirkung kann nur dadurch zustande kommen, daß ein Teil der wirksamen Substanz an Ort und Stelle gebunden, zunächst also der Überführung in den Kreislauf entzogen wird. Das weitere Schicksal dieses Teils entzieht sich bei den meisten Substanzen unserer Kenntnis. Für einige Alkaloide, und zu diesen gehört das Kokain und das Suprarenin, ist jedoch der Nachweis erbracht, daß sie nach ihrer Bindung im lebenden Körper überhaupt nicht wieder in ihrer alten Form resorbiert werden, sondern daß der Organismus sich ihrer entledigt, indem er sie zersetzt. Es findet dadurch also eine Entgiftung im lebenden Körper statt. Je langsamer ein Mittel vom Ort seiner Applikation resorbiert wird, desto länger bleibt es daselbst liegen, kann die Gewebe weithin durchdringen und erheblich intensivere und extensivere örtliche Wirkungen entfalten, als wenn es durch schnelle Resorption sofort vom Applikationsort weggeschafft wird. Wir werden daher die künstliche Verzögerung der Resorption als ein wichtiges Hilfsmittel der Lokalanästhesie kennen lernen. Wenn chemisch differente Substanzen mit sensiblen Nerven in wirksamen Kontakt gebracht werden, so rufen sie ausnahmslos eine vorübergehende oder dauernde Lähmung, also Anästhesie hervor, welcher meistens ein heftiger Reizzustand vorangeht. Einige wenige Mittel sind gefunden worden, deren Anwendung ohne merklichen Reiz und ohne Gewebsschädigung eine örtliche Vergiftung mit vorübergehender sensibler Lähmung zur Folge hat. Das sind diejenigen Mittel, welche als Lokalanästhetica zur praktischen Verwendung geeignet sein können.

Die Untersuchungsmethoden, welche sich bestreben, das örtliche Anästhesierungsvermögen verschiedener Mittel festzustellen, leiden unter dem Umstand, daß diese örtlich anästhesierende Potenz in hohem Grade abhängig ist von der Art und dem Ort der Anwendung der Mittel. Die ersten darauf gerichteten Versuche knüpfen sich wiederum an die Vorstellung, daß narkotische Mittel, Inhalationsanästhetica, direkt auf einen Nerven gebracht, ähnliche Wirkungen haben müßten, wie wenn sie dem Gehirn durch den Blutstrom zugeführt werden. Es zeigte sich, daß Äther und Chloroform, wenn sie in flüssigem oder gasförmigem Zustande auf einen freigelegten Nerven wirken, dessen Leitungsfähigkeit zu unterbrechen vermögen (Longet, Bernstein, Ranke u. a.). Sie haben das jedoch mit außerordentlich vielen anderen, nicht narkotischen Mitteln gemeinsam, weil die Funktion des

Nerven an seine Durchtränkung mit einer Flüssigkeit von bestimmter Zusammensetzung gebunden ist.

Zahlreiche experimentelle Arbeiten der Physiologen beschäftigen sich mit der Reizwirkung chemischer Substanzen und ihrem Zusammenhang mit der chemischen Konstitution der Verbindungen (Grützner). Für die Lokalanästhesie sind sie ohne Belang.

Die ersten, welche eine große Anzahl organische und anorganische Verbindungen auf ihre Fähigkeit, örtliche Anästhesie hervorzurufen, systematisch geprüft haben, waren Liebreich und seine Schüler Bussenius, Müllerheim und Kunowski. Die Mittel wurden gelöst, soweit sie nicht schon flüssig waren, und Tieren, Meerschweinchen, Kaninchen und Fröschen, subkutan injiziert oder in den Konjunktivalsack gebracht. Die Prüfung der Sensibilität geschah durch Einstechen von Nadeln, durch Reizung der Kornea, durch den Türkschen Versuch (s. u.). Das subkutane Gewebe ist für derartige Versuche wenig geeignet, weil seine Empfindlichkeit sehr gering ist, weil es ferner nicht an der Oberfläche des Körpers liegt und deshalb nicht Sensibilitätsstörungen der Gewebsteile, wohin die Mittel wirklich gelangt sind, geprüft werden können, sondern nur diejenigen der darüberliegenden Haut. Trotz der Unvollkommenheit der Methode fanden die genannten Autoren, daß weitaus die meisten der von ihnen untersuchten, auch nicht narkotischen Mittel die Sensibilität keineswegs intakt lassen, sondern „Anaesthetica dolorosa" im Sinne Liebreichs sind, d. h. Anästhesie hervorrufen, nachdem sie zuvor gereizt haben.

Noch viel größer erweist sich die Zahl der Anaesthetica dolorosa, wenn verdünnte Lösungen chemischer Verbindungen mit Hilfe der Schleichschen Quaddelbildung am Körper geeigneter Versuchspersonen auf ihr Anästhesierungsvermögen geprüft werden. Eine experimentelle Verwertung dieser Methode wurde jedoch erst ermöglicht nach Kenntnis der physiologischen Wirkung der Quellung und Wasserentziehung und Bestimmung des osmotischen Druckes der zu prüfenden Lösungen, wie dies im vorigen Kapitel eingehend geschildert wurde. Den Lösungen muß entweder durch die Konzentration, in der das Mittel in ihnen enthalten ist, oder durch Zusatz eines indifferenten Stoffes ein Gefrierpunkt gegeben werden, der von demjenigen des Blutes nicht allzuweit entfernt ist. Denn wir lernten in der Existenz osmotischer Spannungsdifferenzen zwischen Gewebsflüssigkeiten und injizierten Lösungen einen Faktor kennen, der für sich allein schon imstande ist, die Sensibilität aufzuheben. Die spezifische Wirkung eines in Wasser gelösten Mittels kann daher nur in osmotisch indifferenten Lösungen

studiert werden. Mit Hilfe der Quaddeluntersuchung und unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse fanden Heinze und der Verfasser, daß es nur sehr wenige chemisch indifferente oder fast indifferente Verbindungen gibt, welche bei Kontakt mit den sensiblen Nervenelementen die Sensibilität intakt lassen (s. S. 56). Die meisten sind different, die wenigsten sind imstande, die Funktion der sensiblen Nerven vorübergehend ohne starken Reiz und ohne Hinterlassung einer Gewebsschädigung zu beeinträchtigen. Die Methode der Quaddelprüfung am menschlichen Körper liefert aber auch reelle, allerdings relative Werte, die die lokalanästhesierende Potenz eines Mittels im Vergleich zu einem anderen kennzeichnen.

Der eine Wert ergibt sich aus der Bestimmung der niedrigsten Konzentration der Lösung eines Mittels, bei welcher eine lokale Einwirkung noch eben bemerkbar ist. Das geschieht in der Weise, daß allmählich immer mehr verdünnte Lösungen der Mittel unter Ausschaltung ihrer physikalischen differenten Eigenschaften untersucht werden. Je niedriger die Grenze der Wirksamkeit liegt, desto größer muß auch annähernd die Affinität der Mittel zum Protoplasma der Gewebszellen, d. h. seine lokalanästhesierende Kraft sein. Alle unsere sogenannten Lokalanaesthetica zeichnen sich dadurch aus, daß sie in außerordentlich großer Verdünnung die Nervensubstanz beinflussen.

Der zweite Wert ist ebenfalls ein relativer. Es kann an mehreren Quaddeln, welche gleichzeitig nebeneinander an einer Versuchsperson durch Injektion gleicher Mengen gleichkonzentrierter — theoretisch richtiger, aber praktisch unbequemer, wäre äquimolekularer — Lösungen verschiedener Mittel hergestellt sind, annähernd die Zeit bestimmt werden, während welcher die Sensibilität aufgehoben ist. Je länger dies geschieht, desto stabiler müssen die Veränderungen sein, welche das Mittel an der Nervensubstanz hervorruft. Im übrigen ist die absolute Zeitdauer der Anästhesie von vielen anderen Umständen abhängig, u. a. von der Versuchsperson, der Blutfülle der Applikationsstelle, der Resorptionsgeschwindigkeit, der Konzentration der Lösungen. An den für das Auge sichtbaren Hautquaddeln können nun außerdem die sonstigen Gewebsveränderungen leicht erkannt werden. Es kann z. B. festgestellt werden, ob die Quaddeln rasch und spurlos verschwinden, d. h. ob das Mittel ohne örtliche Gewebsschädigung resorbiert worden ist, oder ob sie Infiltrate hinterlassen, schmerzhaft werden, Entzündungen sich einstellen, das Gewebe nekrotisch wird, ob die Blutgefäße sich erweitern, oder eine Kontraktion derselben zustande kommt. Bei Versuchen mit Kodein, Morphium,

Peronin und Tropakokain fand ich, daß diese Mittel den Insektengiften ähnliche, akute, örtliche Ödeme verursachen. Auf diese Weise kann also ein Mittel leicht und schnell und — vorausgesetzt, daß die Untersuchung mit stark verdünnten Lösungen begonnen wurde — ohne Schaden für die Versuchsperson geprüft und mit einem anderen verglichen werden. Die Ergebnisse einer derartigen Prüfung können sofort in die Praxis übertragen werden.

Sobald jedoch die Moleküle des Mittels nicht direkt durch unsere Injektionsspritze an die Nervenelemente gebracht werden, sondern erst auf dem Wege der Diffusion hingelangen müssen, wird der lokalanästhesierende Effekt nicht allein durch die obigen Werte, sondern auch durch die Durchlässigkeit der in Betracht kommenden Membranen und die Diffusionsgeschwindigkeit der Mittel bestimmt. So kann z. B. ein Mittel mit einer großen lokalanästhesierenden Kraft für einen bestimmten Zweck wenig oder gar nicht brauchbar sein, weil es durch irgend eine Membran oder eine Gewebsschicht nicht zu diffundieren und gar nicht an die Nervenelemente heranzukommen vermag. Das Kokain mit seiner hohen lokalanästhesierenden Kraft ist, auf die Haut gebracht, absolut unwirksam, weil es dieselbe nicht durchdringen kann. Verdünnte Karbolsäurelösungen mit viel geringerer lokalanästhesierender Potenz setzen die Sensibilität bei gleicher Applikation bedeutend herab. Ein Vergleich verschiedener Mittel, deren Unschädlichkeit zuvor festgestellt ist, hinsichtlich ihrer durch Diffusionsvorgänge veränderten anästhesierenden Potenz kann gewonnen werden, wenn Lösungen von gleicher Konzentration bei Versuchspersonen in die Umgebung gewisser oberflächlich im Unterhautzellgewebe gelegener Hautnerven injiziert und Dauer und Ausbreitung der im Innervationsgebiet dieser Nerven entstehenden Anästhesie beobachtet werden. Recke hat auf meine Veranlassung kürzlich eine vergleichende Untersuchung der neueren Ersatzmittel des Kokains von den eben geschilderten Gesichtspunkten aus vorgenommen. Ihre Ergebnisse werden später wiederholt herangezogen werden.

Ebenfalls reelle, relative Werte für die lokalanästhesierende Kraft chemischer Verbindungen bei ihrer Einwirkung auf die Froschhaut hat Gradenwitz gefunden. Seine Versuchsanordnung war folgende. Frösche wurden des Gehirns und der Medulla oblongata beraubt, ferner wurde das Herz entfernt und das Gefäßsystem durch Spülung von seinem Blut befreit. Es sollte auf diese Weise die Resorption der Mittel verhindert werden, um ihre örtliche Wirkung rein zu erhalten. Die zu prüfende Lösung wurde auf das linke Bein des

Frosches gepinselt und nach bestimmter Einwirkungszeit abgespült. Dann wurden beide Beine mittels des Türckschen Versuchs durch Eintauchen in $^1/_6$% Salzsäure auf das Verhalten der Reflexe geprüft. Es lagen jetzt vier Möglichkeiten vor. 1. Beide Beine wurden nach gleicher Zeit angezogen: das Mittel war wirkungslos. 2. Das linke Bein wurde nach kürzerer Zeit angezogen: das Mittel hatte also die Sensibilität gesteigert. 3. Das rechte Bein wurde eher angezogen wie das linke: die Sensibilität des linken war also herabgesetzt worden. 4. Das linke Bein wurde nicht angezogen: die Sensibilität war also aufgehoben. Dieser letztere Fall wurde durch Eintauchen der Beine in 25% Salzsäure kontrolliert. Die lokalanästhesierende Potenz eines Mittels wurde unter Beziehung auf sein Molekulargewicht durch eine aus der Gleichung:

$$\frac{X}{\text{Molekulargewicht}} = \frac{100}{\text{Zahl der Prozente der Lösungen der Mittel, welche gleichartig wirken, also z. B. Anästhesie erzeugen}}$$

berechnete Zahl ausgedrückt und auf diese Weise eine Reihe reeller, miteinander vergleichbarer Werte gefunden. Auf den osmotischen Druck der Lösungen braucht bei einer derartigen Versuchsanordnung keine Rücksicht genommen zu werden, weil die Epidermis der Froschhaut die Quellung und Schrumpfung der unterliegenden Gewebe verhindert. Die Ergebnisse der Gradenwitzschen Untersuchungen gelten daher auch nur für die Froschhaut, durch deren physiologische Eigenschaften die lokale Wirksamkeit der Mittel wesentlich beeinflußt werden muß. So ist es z. B. auffallend, daß Reizwirkungen irgend welcher Art auch bei Mitteln, welche nach den Untersuchungen der Liebreichschen Schüler und des Verfassers als ausgesprochene Anaesthetica dolorosa gelten müssen, so gut wie niemals zu bemerken waren. Eine Übertragung der Beobachtungen Gradenwitz' auf praktische Verhältnisse beim Menschen, ein Vergleich derselben mit Werten, die durch andere Untersuchungsmethoden gewonnen sind, ist nicht möglich, solange die Durchlässigkeit der Froschhaut für die verschiedenen Mittel eine unbekannte Größe ist.

Wieder einen anderen Weg des Tierversuchs schlugen Löwy und Müller bei der Prüfung eines neuen angeblichen Anästheticums, des Yohimbins, ein. Läßt man Tiere Ammoniak einatmen, so tritt durch Reizung der Trigeminusenden in der Nasenschleimhaut sofort exspiratorischer Atemstillstand ein. War die Nasenschleimhaut anästhesiert worden, so war die Ammoniakwirkung abgeschwächt, d. h. die Atmung wurde langsamer und flacher, oder aufgehoben. Weiter

wurde der N. ischiadicus und N. vagus von Kaninchen und Hunden mit Yohimbinlösung behandelt und die Änderungen der motorischen und sensiblen Erregbarkeit festgestellt. So ließ sich das neue Mittel mit dem Kokain vergleichen. Es hat sich gezeigt, daß das Anästhesierungsvermögen chemischer Verbindungen gebunden ist an bestimmte in ihnen enthaltene Atomgruppen, welche Ehrlich anästhesiphore Atomgruppen nannte, während die übrigen Atomgruppen unter Bildung neuer, nun ebenfalls anästhesierender Mittel durch andere ersetzt werden können. Nachdem Einhorn die chemische Konstitution des Kokains und die Gruppierung seiner Atome erkannt und damit die synthetische Darstellung dieses Alkaloids ermöglicht hatte, diente dasselbe zum Ausgangspunkt zahlreicher hochinteressanter Versuche, seine anästhesiphore Atomgruppe mit neuen Atomgruppen zu verbinden. Das Ergebnis war, daß auf dem Wege methodischer, chemischer Forschung eine Anzahl neuer Lokalanästhetica (Holokain, Eukain und die Anästhetica der Orthoformgruppe, später Stovain, Alypin und Novokain) entdeckt worden sind, gewiß ein Triumph exakter Wissenschaft. Bezüglich der chemischen Beziehungen dieser Mittel zueinander muß ich auf die übersichtliche Zusammenstellung Einhorns verweisen.

Der Umstand, daß ganz bestimmte Atomgruppen einer Substanz Träger ihrer anästhesierenden Wirkung sind, macht es mehr als wahrscheinlich, daß sie an der Nervensubstanz wirklich spezifische Veränderungen chemischer Natur hervorrufen, wie wir angenommen haben. Welcher Art diese Verbindungen sind, ist nicht bekannt. Die Theorie Preyers, wonach Anästhetica und Narcotica in den Ganglien des Zentralnervensystems chemische Verbindungen eingehen, zu deren Zersetzung und Elimination die Zellen unter vorübergehender Aufgabe ihrer normalen Funktion ihre gesamte lebendige Energie verwenden müssen, ist auch heute noch plausibel und wahrscheinlich und kann in gleicher Weise dem Verständnis der örtlichen Vergiftung durch anästhesierende Mittel dienen.

Die chemische Einwirkung in Wasser gelöster Substanzen ist endlich abhängig von dem Dissoziationsgrad ihrer Moleküle in der Lösung. Die Beziehung zwischen Dissoziation und antiseptischer Wirkung von Lösungen auf Bakterien sind von Krönig und Paul studiert worden, in betreff der lokalanästhesierenden Potenz hat diese Frage noch keinen Bearbeiter gefunden.

Bevor wir nunmehr die einzelnen örtlich anästhesierenden Mittel kennen lernen, ist es notwendig, zu wissen, auf welchen Wegen durch

ihre Applikation beim Menschen terminale und Leitungsanästhesie hervorgerufen werden kann.

Fig. 5 stellt einen schematischen Querschnitt durch irgend ein Gewebe des Körpers vor, welches mit einer Oberfläche A B, z. B. der Haut, Schleimhaut, einer serösen Haut, einer Synovialmembran an die Außenwelt oder einen Hohlraum des Körpers grenzt. N_1 und N_2 bezeichnen zwei sensible Nervenstämme, welche sich in dem Gewebe verästeln und deren Innervationsgebiete, wie das fast die Regel ist, ineinander übergreifen, derart, daß ein Gewebsbezirk von der Endausbreitung mehrerer Nerven versorgt wird. Wir wollen uns nun die Aufgabe stellen, den von dem Kreis I umschriebenen Bezirk mittels Anwendung von Lösungen spezifisch differenter Substanzen anästhetisch zu machen. Von einem für diesen Zweck denkbaren Wege müssen wir leider absehen: wir sind nicht imstande, dem Körper an irgend einer geeigneten Stelle ein Mittel einzuverleiben, welches nun auf dem Blutwege den peripheren Nerven zugeführt werden und sie lähmen könnte. Denn wir besitzen bisher kein Mittel, welches in ähnlicher Weise spezifisch auf die sensiblen Nervenendigungen einwirkt, wie etwa das Curare auf die motorischen. Besäßen wir es, so würde damit die idealste Form einer Anästhesierungsmethode uns gegeben sein. Einstweilen müssen wir uns anders behelfen.

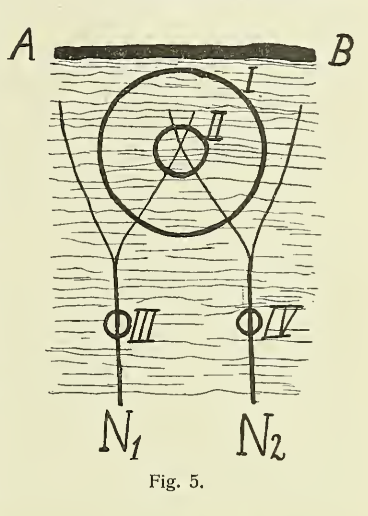


Fig. 5.

Der Bezirk I kann unempfindlich werden, wenn die in ihm befindlichen sensiblen Nervenendigungen sämtlich in Kontakt gebracht werden mit wirksamen Mengen einer Substanz, die ihre Funktion aufhebt. Es entsteht alsdann terminale Anästhesie. Dies ist auf drei Wegen zu erreichen.

1. Es kann mit Hilfe einer durchbohrten Nadel eine different wirkende Lösung unter einem gewissen Druck derart in das Gewebe injiziert werden, daß der ganze Bezirk I von ihr unmittelbar durchtränkt wird, von ihr infiltriert wird, die Lösung die normale Gewebsflüssigkeit verdrängt und sich an ihre Stelle setzt. Die Moleküle der gelösten Substanz gelangen, mechanisch hineingepreßt, überall sofort in Berührung mit den Gewebselementen und äußern ihre örtliche Wirkung unmittelbar nach der Einspritzung gleichmäßig in dem ganzen

Bezirk. Ihre chemische Differenz wird sich naturgemäß auch dann noch bemerklich machen, wenn die Verdünnung der Lösungen so groß ist, daß die untere Grenze der Wirksamkeit des gelösten Mittels beinahe erreicht ist. Der Typus eines derartig infiltrierten Gewebes ist die künstliche Hautquaddel, und wir nennen eine auf solche Weise hervorgebrachte Anästhesie nach Schleich Infiltrationsanästhesie. Dauer und Intensität der Anästhesie im infiltrierten Gebiet ist u. a. abhängig von der Stabilität der in der Nervensubstanz vor sich gehenden Veränderung und von der Zahl der Moleküle des Mittels, welche in Wirksamkeit treten, d. h. mit anderen Worten, von der Konzentration der Lösung. Je konzentrierter die Lösung eines anästhesierend wirkenden Mittels ist, desto längere Zeit macht sie das mit ihr infiltrierte Gewebe unempfindlich. In dem ganzen Bezirk ist die Anästhesie von gleicher Dauer und gleicher Intensität, weil alle seine Nervenelemente in gleicher Weise affiziert sind.

2. In dem Bezirk I kann auch noch auf andere Weise terminale Anästhesie entstehen. Werden Lösungen differenter Substanzen in sein Zentrum, also etwa in einen von Kreis II begrenzten Bezirk injiziert, so werden sich in diesem Bezirk II sofort jene lokalen, eben geschilderten Veränderungen einstellen, welche zur Infiltrationsanästhesie führen können. Nun beginnt aber, mögen die Lösungen einen vom Blut abweichenden osmotischen Druck besitzen oder nicht, ein Austausch der Moleküle der gelösten Substanz und der Salze der Gewebsflüssigkeiten. Die ersteren diffundieren, schnell oder langsam, weit oder weniger weit, je nach ihrer Diffusionsgeschwindigkeit, je nach der Durchlässigkeit der in Betracht kommenden Membranen für das angewendete Mittel, je nach der Konzentration der Lösung, in die Nachbarschaft und können nach Ablauf einer gewissen Zeit in dem ganzen Bezirk I die gleichen Veränderungen hervorrufen wie in seinem unter der direkten Einwirkung des Mittels stehenden Zentrum. Aber ein Unterschied besteht doch. Auf ihrem Diffusionswege nämlich wird die injizierte Lösung immer mehr verdünnt, je weiter sie sich vom Zentrum entfernt, immer weniger Moleküle der gelösten Substanz treten in Wirksamkeit, weil sie sich in einem räumlich immer größeren Gewebsbezirk verbreiten müssen und ein Teil schon auf dem Wege gebunden wird. Infolgedessen wird die Intensität der örtlichen Vergiftung vom Zentrum nach der Peripherie abnehmen, im gegebenen Fall wird, einige Zeit nach der Injektion, in dem Bezirk I eine Anästhesie entstehen, deren Dauer und Intensität vom Zentrum nach der Peripherie geringer wird. Örtliche Diffusionswirkungen dieser

Art werden kaum von solchen Lösungen zu erwarten sein, die soweit verdünnt sind, daß die gelöste Substanz gerade eben noch geeignet ist, örtliche Wirkungen im direkt infiltrierten Gebiet erkennen zu lassen. Denn die Zahl der Moleküle, welche dann noch in die Umgebung des infiltrierten Bezirks diffundiert, ist viel zu gering, um noch einen merklichen Einfluß gewinnen zu können. Es sind also konzentriertere Lösungen, aber kleinere Mengen derselben notwendig, um auf solche Weise den gleichen lokalanästhetischen Effekt zu erhalten, wie wenn der ganze Bezirk I infiltriert worden wäre. Soll dies Kind auch einen Namen haben, so nennen wir es „indirekte Infiltrationsanästhesie“ (Braun), oder, ein etwas umfassenderer Ausdruck, „Diffusionsanästhesie“.

3. Auf dem Wege der Diffusion können ferner Moleküle der gelösten Substanz zu den im Bezirk I gelegenen Nervenelementen gelangen, wenn eine Lösung auf die freie Oberfläche AB gebracht wird. Lokalanästhesierende Wirkungen können nur dann zustande kommen, wenn die die Oberfläche bedeckende Membran für die Substanz durchlässig ist, wenn ferner die Konzentration der Lösung sehr viel konzentrierter ist als die, welche bei unmittelbarem Kontakt mit dem Nerven noch eben die Sensibilität beeinträchtigt. Wie jede Diffusionsanästhesie, so braucht auch diese Zeit zu ihrer Entwickelung.

Differente chemische Verbindungen können aber auch die Funktion, die Leitungsfähigkeit der Nervenstämme fern von ihrer Endausbreitung affizieren. Wenn daher ihre Lösungen bei III und IV in die Umgebung der beiden Nervenstämme, welche den Bezirk I innervieren, injiziert wird, so können sie in dieselben hinein diffundieren und ihre Leitung unterbrechen. Dann ist der Bezirk I aus der sensiblen Sphäre ausgeschaltet, unempfindlich. Lösungen von niedrigster, eben noch wirksamer Konzentration können diese Wirkung nur dann haben, wenn sie mit der Spritze direkt in den Nervenstamm, zwischen die Fibrillenbündel injiziert werden, den Nerven gleichsam infiltrierend. Werden sie in die Nachbarschaft des Nervenstammes gebracht, so müssen sie konzentrierter sein, und die beabsichtigte Wirkung braucht ebenfalls wiederum Zeit zu ihrer Entwickelung.

7. Kapitel.

Die örtlich anästhesierenden Arzneimittel.

Neue und erfolgreiche Bahnen sind der Lokalanästhesie durch die Anwendung spezifisch wirkender Arzneimittel erschlossen worden. Die bis in das früheste Altertum zurückreichenden Versuche, schmerzstillende Arzneimittel zur örtlichen Anästhesierung anzuwenden, blieben ohne Ergebnis, bis hierzu geeignete Mittel entdeckt worden waren. Die bisher gefundenen Lokalanästhetica sind im allgemeinen durch folgende Eigenschaften charakterisiert.

Sie sind universelle Protoplasmagifte, welche nicht allein die sensiblen Nervenelemente lähmen, sondern vorübergehend und ohne Hinterlassung einer dauernden Veränderung die Funktion alles lebenden Protoplasmas, mit dem sie in wirksame Berührung kommen, stören und aufheben. Unter anderem lähmen sie auch die sensiblen Nerven. Sie müssen daher, wenn sie in genügender Menge und genügend schnell resorbiert werden und in den Kreislauf gelangen, abgesehen von örtlichen Symptomen, auch allgemeine Vergiftungen hervorrufen, im allgemeinen proportional ihrer örtlich anästhesierenden Potenz, d. h. ihrer Affinität zum Protoplasma.

Da nun das Zentralnervensystem gegen derartige Protoplasmagifte am empfindlichsten ist, so pflegen sich deren allgemeine Vergiftungserscheinungen vorzugsweise in der Sphäre des Zentralnervensystems abzuspielen. Immerhin überwiegt die Toxizität bei dem einen Mittel mehr über die Intensität des örtlichen Anästhesierungsvermögens als bei dem anderen. Bei der Wahl eines Mittels zum praktischen Gebrauch spielen endlich noch dessen Löslichkeitsverhältnisse, seine Reizwirkung, unter Umständen sein Diffusionsvermögen, die Haltbarkeit und Sterilisierbarkeit seiner Lösungen, sowie sein Preis oft eine entscheidende Rolle.

1. Kokain.

Das älteste und noch heute nicht überall ersetzliche Lokalanästheticum dieser Art ist das Kokain, das in den Blättern des Kokastrauchs enthaltene Alkaloid. Der Kokastrauch, Erythroxylon Koka Lam., ist einheimisch in Peru und Bolivia, wo derselbe seit uralter Zeit kultiviert wurde

und im staatlichen und religiösen Leben des Volkes eine hervorragende Rolle spielte. Die Kokapflanze galt als göttliches Geschenk, welches „die Hungrigen sättigt, den Müden und Erschöpften neue Kräfte verleiht und die Unglücklichen ihren Kummer vergessen macht“ (Novinny). Zur Zeit der Inkas besaß allein die königliche Familie das Recht, Koka anbauen zu lassen und ihrem Genusse sich hinzugeben. Als Franz Pizarro 1532 in das Innere von Peru vordrang, fand er die Kokablätter bereits als ein weit verbreitetes und häufig mißbrauchtes Genußmittel vor. Unter spanischer Herrschaft wurde die Kokakultur zuerst verboten, dann monopolisiert, endlich wieder freigegeben, aber mit einer Steuer belegt, welche nach Wedell in Bolivia allein im Jahre 1850 etwa 3 Millionen spanische Taler abwarf. Das Interesse der europäischen wissenschaftlichen Welt wurde zuerst wachgerufen durch die Mitteilungen von Reisenden, wie Tschudi und Pöppig, wonach die Kokablätter von den Eingeborenen Südamerikas gekaut und als anregendes, das Bedürfnis des Schlafs und der Nahrung zeitweilig beschwichtigendes, die Körperkräfte steigerndes Genußmittel gebraucht werden, während ein Übermaß des Kokagenusses bald zu einer völligen Zerrüttung des Nervensystems führt. Noch heute gelten die Kokablätter dem Eingeborenen als unentbehrlich bei Verrichtung schwerer körperlicher Arbeit. Die glänzend grünen Blätter werden, sobald sie reif sind, von dem Strauch abgepflückt, in der Sonne getrocknet und sogleich verpackt. Eine größere Menge von ihnen brachte zuerst Scherzer nach Europa. Einen Teil derselben erhielt Wöhler in Göttingen, dessen Schüler Niemann und Lossen aus ihnen das Kokain darstellten. Später ist das Mittel von Merck, Skraup, Einhorn, Liebermann und Giesel auch synthetisch hergestellt worden.

Chemische und physikalische Eigenschaften. Kokain ($C_{17}H_{21}NO_4$) kristallisiert in großen, vier- bis sechsseitigen, farblosen Prismen. Es ist in Wasser fast gar nicht, leicht in Alkohol, Äther, Chloräthyl löslich, von bitterem Geschmack und alkalischer Reaktion. Es schmilzt bei 98°, wobei es sich unter Bildung von Ecgonin zersetzt. Es bildet mit Säuren Salze, von denen das Chlorhydrat das bekannteste und am häufigsten therapeutisch verwendete ist. Das Kokainum hydrochloricum, $C_{17}H_{21}NO_4HCl$, bildet ein weißes, kristallinisches, in Wasser und Alkohol sehr leicht lösliches Pulver. Auf die Zunge gebracht, verursacht es bitteren Geschmack und pelziges Gefühl. Der Kürze halber werden wir das salzsaure Kokain im folgenden einfach als Kokain bezeichnen.

Geschichte der Kokainanästhesie und Kokainvergiftung.

Durch die Entdeckung der lokalanästhesierenden Eigenschaften des Kokains wurden der Lokalanästhesie ganz neue Wege eröffnet, und ihre Geschichte ist für mehr als zwei Jahrzehnte fast identisch mit der der Kokainanästhesie. Ersatzmittel für Kokain sind erst seit wenigen Jahren bekannt, in vieler Beziehung ist aber das Kokain auch heute noch unentbehrlich.

Die ersten Mitteilungen über die anästhesierenden Eigenschaften des Mittels stammen von Scherzer, welcher beobachtete, daß beim Kauen von Kokablättern das Gefühl der Zunge sich abstumpft. Die gleiche Eigenschaft zeigte das von Garnecke (1855) und Percy (1857) aus den Kokablättern dargestellte Erythroxylin und in noch höherem Grade das Kokain selbst [Niemann (1860), Demarle, Schroff (1862), Moreno y Maiz (1868), von Anrep (1879)]. Von Anrep untersuchte ferner die lokale Einwirkung des neuen Mittels auf die Haut und auf das Auge. Er spritzte sich unter die Haut seines Arms eine schwache Kokainlösung: es entstand zuerst ein Gefühl von Wärme, dann trat Unempfindlichkeit gegen Nadelstiche an der Stelle der Einspritzung ein: nach 15 Minuten wurde die Haut an dieser Stelle rot, nach weiteren 25—30 Minuten verschwanden diese Erscheinungen. Bei der Einträufelung von Kokainlösungen in das Auge von Tieren beobachtete er nur die schon früher bekannte mydriatische Wirkung des Mittels. Dagegen überzeugten sich 1880 Coupard und Borderau, daß Kokain bei lokaler Anwendung kompletten Verlust der Augenreflexe bei Tieren bewirkt, und schon vorher bedienten sich Fauvel, Saglia u. A. der Kokablätter und ihrer Extrakte zur Behandlung schmerzhafter Affektionen des Larynx und Pharynx. So waren die Dinge vorbereitet, als Koller und kurz darauf Königstein zeigten, daß an dem durch Einträufelung 2% Kokainlösung unempfindlich gemachten Auge alle möglichen Operationen schmerzlos ausgeführt werden können. Kollers darauf bezügliche Mitteilungen auf dem Heidelberger Ophthalmologenkongreß 1884 fanden schnell ihre autoritative Bestätigung (Agnew, Moore, Minor, Knapp, Hirschberg, Gräfe, Abadie, Panas, Trousseau, Horner), und die Kokainisierung des Auges und überhaupt der Schleimhäute zur Erzeugung operativer Schmerzlosigkeit wurde überall geübt. Bereits in demselben Jahr fand das Kokain ausgedehnte Anwendung in der Laryngologie (Jellinek, Schroetter, Stoerk, Zaufal, Fauvel) und Rhinologie (Bosworth, Lublinski); Otis und Knapp bedienten sich desselben zur Anästhesierung der

Schleimhaut der männlichen Harnröhre, Fränkel der weiblichen Genitalien. War schon für die Ophthalmologie die neue Entdeckung von größtem Wert, weil jetzt viele Augenoperationen, für welche die Narkose nicht gebraucht werden konnte, sich besser und sicherer ausführen ließen, so gewann sie für die Laryngologie und Rhinologie eine Bedeutung, nicht unähnlich der, welche die Erfindung der in jenen Disziplinen selten verwendbaren Inhalationsanästhesie für die Chirurgie im allgemeinen gehabt hat. Schroetter, der sich anfangs etwas skeptisch gegenüber den Erfahrungen seines Schülers Jellinek verhalten hatte, äußerte kurz darauf: „Man kann wohl sagen, daß die technischen Schwierigkeiten bei der Ausführung der Operationen in der Kehlkopfhöhle überwunden sind, und daß die Laryngochirurgie jetzt Gemeingut aller Ärzte geworden ist." Der Ausbau der Technik, der heutige Stand der Laryngologie und Rhinologie ist nicht denkbar ohne ein Mittel wie das Kokain, welches nicht nur den Schmerz beseitigt und die Reflexe aufhebt, sondern auch die Schleimhaut zusammenfallen läßt, so daß Kehlkopf und Nasenhöhle viel leichter zngänglich werden.

Durch Injektion von Kokainlösungen in die Gewebe wurde die Kokainanästhesie auch der übrigen Chirurgie und der Zahnheilkunde dienstbar gemacht. Zunächst brauchte man hierzu meist konzentrierte (2—20%) Kokainlösungen. Werden einige Tropfen einer solchen in das subkutane Zellgewebe gespritzt, so wird nach kurzer Zeit infolge von Diffusion des Mittels nicht nur die darüberliegende Haut unempfindlich, wie es schon vor Jahren Anrep beobachtet hatte, sondern auch die unterliegende Fascie, und ebenso breitet sich Anästhesie der Fläche nach aus. Durch Injektion einer Anzahl von derartigen, in gewissen Abständen angeordneten Kokaindepots können größere Gewebsabschnitte unempfindlich gemacht werden. Das war die Methode der Kokainisierung, welche nach dem Vorgang von Corning, Roberts, Landerer, Wölfler, Dujardin Beaumez, Verchère, Hall, Witzel u. a. anfangs fast allgemein angewendet wurde. Von prinzipieller Bedeutung war die schon 1885 mitgeteilte Beobachtung Cornings, daß bei gleichzeitiger Unterbrechung des Blutstroms die anästhesierenden Wirkungen des Kokains sehr viel intensiver werden, und auf diese Weise ohne die Gefahr der Kokainvergiftung mit verdünnten Lösungen ($^1/_4$—$^1/_3$%) die gleichen lokalanästhetischen Wirkungen zu erzielen sind wie am durchbluteten Gewebe mit sehr vielen konzentrierteren Lösungen. Zur Unterbrechung des Blutstroms bediente er sich an den Extremitäten der Esmarchschen Blutleere, für andere Körperstellen

konstruierte er Klemmen und mit Kautschuk überzogene Drahtringe, welche auf die Haut aufgedrückt wurden. Er legte Wert darauf, daß die Einspritzung der Kokainlösung vor der Unterbrechung des Blutstroms geschehe. Mit Hilfe dieser Methode konnte Roberts eine partielle Ellbogenresektion (Kokainverbrauch 0,06), später eine Osteotomie des Femur wegen Genu valgum (Kokainverbrauch 0,19) schmerzlos ausführen. Er machte hierbei die Beobachtung, daß nach Injektion von Kokainlösung unter das Periost sowohl das Abheben desselben, als auch die Durchtrennung des Knochens unempfindlich wurde. Convay bediente sich des gleichen Verfahrens zur Anästhesierung der Bruchstelle gebrochener Knochen. Die anästhesierende Wirkung des Kokains bei der Einspritzung in Hydrozelensäcke beobachtete Burdel, später Thiéry u. a. Das Jahr 1887 brachte, dank einer Anregung Wölflers, eine außerordentlich große Zahl kasuistischer Mitteilungen über die bei der Kokainisierung zum Zweck chirurgischer Operationen gemachten Erfahrungen (Schustler, Fränkel, Spitzer, Chiari, von Fillenbaum, Lustgarten, Frey, Hoffmann, Fux, Hochstetter, Orloff u. a.). Auf allen Gebieten der Chirurgie wurde die Kokainanästhesie versucht, wobei man sich keineswegs auf die kleine Chirurgie beschränkte. Unterschenkelamputationen, Tracheotomien, Exstirpationen größerer Geschwülste, Herniotomien und Bauchoperationen aller Art wurden mit mehr oder weniger Erfolg ausgeführt. Viele Chirurgen (u. a. Wölfler, Fränkel, Orloff) betonen, daß nur dann mit Sicherheit die Gewebe unempfindlich werden, wenn man sie überall mit Kokainlösung durchtränkt, und daß man sich auf die Diffusionswirkungen des Mittels nicht sicher verlassen könne. Die systematische Durchtränkung der Haut mit Kokainlösung beschreibt bereits Roberts (1885): er zeichnete sich die Schnittlinie vor, indem er eine ganz oberflächliche Injektion machte, an der Peripherie der durch die vorherige Injektion entstandenen anämischen Zone die Hohlnadel von neuem einstach, wieder injizierte usf. in der ganzen Ausdehnung des beabsichtigten Hautschnitts. Ebenso wurden, wie Roberts sagt, die tieferen Teile behandelt. Die methodische Ausbildung dieses Verfahrens, das wir heute nach Schleich als Infiltrationsanästhesie bezeichnen, erfolgte jedoch erst später durch Reclus und Schleich selbst. Noch in anderer Richtung wurden die Eigenschaften des neuen Mittels bei chirurgischen Operationen verwertet. Die bereits an Tieren und von Corning und Goldscheider am Menschen festgestellte Tatsache, daß Kokainlösungen die Leitungsfähigkeit von Nervenstämmen unterbrechen, und die Kokainanästhesie sich dem Verlauf der sensiblen

Nerven entsprechend ausbreitet, fand schon 1885 praktische Anwendung bei Zahnextraktionen durch Halstedt, welcher das Kokain nicht in die Nachbarschaft des zu extrahierenden Zahns, sondern an den Stamm des N. infraorbitalis von der Mundhöhle aus injizierte, und später bei Operationen an den Fingern und Zehen durch Kummer und Pernice (Oberst). Eine weitere wichtige Beobachtung wurde 1885 von Corning gemacht: er injizierte einem Hund und einem Menschen 2—3% Kokainlösung zwischen die Dornfortsätze der unteren Brustwirbelsäule, sah, wie das Mittel seinen Einfluß auf das Rückenmark äußerte und die unteren Extremitäten unempfindlich wurden. Erst in allerneuester Zeit hat diese sogenannte Anästhesierung des Rückenmarks praktische Bedeutung erlangt. Endlich ist hier zunächst nur kurz darauf hinzuweisen, daß 1886 Wagner und Herzog die kataphorische Wirkung des galvanischen Stroms zu benutzen versuchten, um die unverletzte menschliche Haut, welche für Kokain an sich undurchdringlich ist, unempfindlich zu machen. So waren also in kürzester Zeit alle Wege beschritten worden, welche zur lokalen Anästhesierung mit Kokainlösungen denkbar sind. Der Rückschlag auf den anfangs von vielen Seiten der Kokainanästhesie, in der man einen vollwertigen Ersatz für die Narkose gefunden zu haben vermeinte, entgegengebrachten Enthusiasmus konnte nicht ausbleiben.

Eins der Bedenken, welche damals geäußert wurden (Hoffmann, Fränkel) richtet sich gegen die Lokalanästhesie überhaupt. Wir können bei der gegenwärtigen Beschaffenheit des Menschengeschlechts die mit der Narkose verbundene Bewußtlosigkeit nicht so leicht entbehren „das Verträumen eines so fatalen Ereignisses, wie es jede Operation darstellt, ist sehr wünschenswert für viele Menschen“ (Fränkel). Das zweite, viel gewichtigere Bedenken waren die nicht unerheblichen Gefahren der damaligen Kokainanästhesie. Vergeblich suchte man ihnen entgegenzutreten mit dem bei der therapeutischen Verwendung anderer Gifte erprobten Verfahren, der Feststellung einer Maximaldosis, und der Hinweis Cornings, „es ist fast sicher, daß ein Mittel, welches starke chemische Affinitäten zu den Nerven besitzt, auch auf Herz und Zentralnervensystem wirken muß, wenn es in konzentrierter Lösung in den Blutstrom gelangt“, hatte nicht die genügende Beachtung gefunden.

Leichte, schwere und auch tödliche Kokainvergiftungen sind bei jeder Art der Applikation dieses Mittels, bei interner und subkutaner Einverleibung und bei der Schleimhautanästhesierung in großer Zahl beobachtet worden, am häufigsten naturgemäß bei seiner Verwendung zu chirurgischen Zwecken. Eine Zusammenstellung der veröffentlichten

Fälle von Kokainvergiftung — sicher nur ein kleiner Teil der wirklich beobachteten — hat Falk und später auf meine Veranlassung Weigand vorgenommen. Sie leidet zwar darunter, daß in den Publikationen vielfach die Konzentration der angewendeten Lösung nicht angegeben ist, die meisten derartigen Fälle stammen aber aus einer Zeit, in der man voraussetzen darf, daß die Lösungen konzentriert waren. Und so kann man immerhin manche Schlüsse ziehen. Die Fälle, wo das dem Körper einverleibte Kokain auch wirklich resorbiert worden ist, also bei interner Applikation und bei Gewebsinjektionen, erfordern eine andere Beurteilung als diejenigen, in denen nur ein Teil der verabreichten Menge in Wirksamkeit getreten und das wirklich resorbierte Quantum nicht zu bestimmen ist, also bei der Anästhesierung resorbierender Schleimhäute und seröser Membranen. In letzterem Falle spielt die Größe der gleichzeitig mit Kokain behandelten resorbierenden Fläche eine wesentliche Rolle. Die Augenärzte, welche das Kokain am häufigsten anwenden, beobachten nur selten Kokainvergiftungen: unter Weigands 26 Fällen befindet sich keiner mit tödlichem Ausgang. Wenigstens ist ein von Bottard (La Normandie med. 1887, zitiert bei Auber) mitgeteilter Fall, wo nach Einträufelung von 2% Kokainlösung der Exitus letalis eingetreten sein soll, wohl mit Recht angezweifelt worden. Der Grund ist leicht einzusehen: die Konzentration der angewendeten Kokainlösung beträgt selten mehr als 2—4%, die behandelte Schleimhautfläche ist eine sehr kleine. Unter 17 von Weigand zusammengestellten Vergiftungen nach Kokainisierung der Nasenschleimhaut befindet sich kein Exitus letalis, unter 12 Vergiftungen nach Applikation im Mund und Rachen deren 2, unter 11 Vergiftungen nach Kehlkopfanästhesierung 1 Todesfall. Bei der Kokainisierung der Mastdarmschleimhaut sind 3 Todesfälle notiert, von denen aber 2 offenbar ein und denselben Patienten betreffen, dessen Tod den Selbstmord des unglücklichen Chirurgen Kolomnin veranlaßte. Unzweifelhaft besonders gefährlich ist die Anwendung der zumeist üblichen 2 bis 10% Kokainlösungen in abgeschlossenen, mit Schleimhaut oder Serosa ausgekleideten Höhlen: Urethra, Blase und Skrotalhöhle. Unter den 24 von Weigand gesammelten Fällen befinden sich viele schwere Vergiftungen und 3 Todesfälle. (Sims 0,8 Kokain, Konzentration nicht mitgeteilt — Reclus 1,0 Kokain in 5% Lösung — Pfister 1,0 Kokain in 20% Lösung). Über einen neuen Fall berichtet Czerny. Nach Injektion von 7 ccm 1% Kokainlösung in die Harnröhre trat der Tod ein. Zwei nicht veröffentlichte ähnliche Fälle, wo nach Injektion einiger Kubikzentimeter 5% Kokainlösung in die Blase der Exitus letalis ein-

trat, sind mir durch mündliche Überlieferung bekannt geworden. Hierzu kommt noch der Fall von Berger, wo Injektion von etwa 0,35 Kokain in 2% Lösung in die Skrotalhöhle den Tod zur Folge hatte. Einen ganz gleichen Todesfall erlebte noch im Jahre 1905 (!) Brouardel nach Injektion von 40 ccm einer 5% Kokainlösung in die Skrotalhöhle, obwohl die Lösung nach 3—4 Minuten wieder abgelassen worden war. Die Zahl der wirklich vorgekommenen Todesfälle ist unzweifelhaft viel größer als die Zahl der publizierten. Wir werden also zu dem Schluß kommen müssen, daß die Behandlung großer, resorbierender Flächen mit starken Kokainlösungen gefährlich und unzulässig ist. Vergiftungen nach Aufnahme des Mittels durch den Magen verzeichnet Weigand 15 mit 4 Todesfällen bei Kokaindosen von 0,8 bis 1,5, Vergiftungen nach Gewebsinjektionen finden sich 132 mit 8 Todesfällen, von dem schon erwähnten Bergers abgesehen. Die Konzentration der Lösungen war meist 4% und mehr, soweit ersichtlich, die Dosis war meist eine außerordentlich hohe, bis zu 4,0 Kokain, in 2 Fällen aber nur 0,04 und 0,06. Reclus und Auber halten diese beiden Fälle nicht für Kokainvergiftungen, ebenso wie ein Fall von Bettelheim, wo nach Injektion von 0,01 Kokain in den Vorderarm sich schwere Zufälle einstellten, in seiner Ätiologie von Wölfler angezweifelt wurde. Es ist jedoch ziemlich gleichgültig, wie man hierüber denkt, denn in Weigands Zusammenstellung befinden sich nicht weniger als 40 Fälle, wo für gewöhnlich ganz unschädliche Dosen von 0,01—0,05 in einer Konzentration von 5% bis 30% injiziert wurden und Vergiftungen, zum Teil sehr schwerer Art, verursachten. Auf der anderen Seite werden gelegentlich bei Injektion einer sehr großen Dosis (2,0—2,5, Buebler) nur relativ leichte Vergiftungserscheinungen beobachtet. Wir entnehmen diesen Beobachtungen, daß auch da, wo eine exakte Dosierung des Kokains möglich ist, bei der Injektion des Mittels in die Gewebe, nicht die Dosierung allein es ist, welche den Eintritt oder das Ausbleiben der Vergiftung zur Folge hat, sondern daß noch andere Umstände hierbei in Betracht zu ziehen sind. Diese können entweder in der Beschaffenheit der Kranken liegen, es kann — wie gewöhnlich angenommen wird — eine weit verbreitete Idiosynkrasie gegen Kokain unter den Menschen existieren, oder die Eigenschaften des Kokains selbst bedingen seine ungleichmäßige Einwirkung auf den Körper. Was ist richtig? Können Kokainvergiftungen vermieden werden, und wie ist dies möglich? Praktisch ist diese Frage bereits gelöst, eine erschöpfende, auf dem Studium der physiologischen Wirkungen des Mittels fußende, wissenschaftliche Bearbeitung hat sie noch nicht gefunden.

Physiologische Wirkungen des Kokains.

Die physiologischen Wirkungen des Kokains sind die eines universellen Protoplasmagiftes, welches überall da das Protoplasma affiziert, wo es mit ihm in Berührung kommt. Die Symptome seiner Einwirkung äußern sich daher teils am Ort, wo es dem Körper einverleibt wurde, teils an entfernten Körperstellen: dementsprechend ist zu unterscheiden eine örtliche und eine allgemeine Kokainvergiftung.

Wesen und Mechanik der örtlichen Kokainvergiftung.

Das Kokain lähmt, vorübergehend und ohne einen dauernden Schaden zu hinterlassen, die Funktion der sensiblen und motorischen peripheren Nerven (Alms, Mosso), der quergestreiften und glatten Muskeln (Albertoni, Sighicelli) und der Herzmuskulatur (Mosso), vorausgesetzt, daß es nicht allzu verdünnt mit diesen Geweben in wirksamen Kontakt gebracht wird. Werden freigelegte Nervenstämme mit Kokainlösungen behandelt, so erlischt sehr bald die Leitungsfähigkeit der sensiblen, später der motorischen Fasern (Torsellini, Feinberg, Alms, Kochs, Witzel, Goldscheider, Corning, Mosso). Herrenheiser stellte fest, daß das Kokain in gleicher Weise imstande ist, die Funktion des Nervus opticus zu lähmen. Aducco und Mosso (1890) zeigten, daß wenige Tropfen einer 10—20% Kokainlösung, auf den Boden des vierten Hirnventrikels gebracht, sofort das Atemzentrum lähmen, daß aber die Tiere durch künstliche Atmung am Leben erhalten werden können. Wie ganz besonders empfindlich das Zentralnervensystem gegen das Kokain ist, erschließen wir aus den Symptomen der allgemeinen Kokainvergiftung bei Menschen und Tieren. Daß unter der lokalen Einwirkung des Kokains Drüsen ihre Sekretion einstellen, Spermatozoen, Flimmerepithelien, die Blutkörperchen des Krebses, Lepidopterenlarven und Amöben ihre Beweglichkeit einbüßen, fand Albertoni. Derselbe Autor und Maurel beobachteten, wie durch kokainhaltiges Blut die Leukozyten gelähmt werden, ihre Kontraktilität, ihre Fähigkeit, aus den Gefäßen auszuwandern, verlieren, runde Form annehmen und sich in den Kapillaren ansammeln. Danilewski konnte an den abgeschnittenen Fühlern von Aktinien alle elementaren Erscheinungen der Kokainvergiftung studieren und sehen, wie auch sie nach Beseitigung des Giftes weiter lebten. Charpentier, Mosso u. a. endlich zeigten, daß auch die Pflanzen in gleicher Weise der Kokainvergiftung unterworfen sind.

Welche Vorstellungen kann man sich von den hierbei im Protoplasma sich abspielenden Vorgängen machen? Unter dem Einfluß des Kokains kontrahieren sich, besonders auffallend bei lokaler Einwirkung auf Schleimhäute, die kleinen Arterien und Kapillaren, so daß der Blutgehalt der vergifteten Gewebe zeitweilig erheblich vermindert ist. Eversbusch, Laborde u. a. hatten diese Oligämie für die wesentliche Ursache der lokalen und allgemeinen Kokainvergiftung gehalten. Am weitesten ist hierin Maurel gegangen, der mit einem außerordentlichen Aufwand von Mühe und Arbeit nachzuweisen versuchte, daß die unter dem Einfluß von Kokain gelähmten und die Kapillaren verstopfenden Leukozyten die Blutzirkulation in den bereits kontrahierten Gefäßen unterbrechen, und auf diese Weise die protoplasmatischen Funktionen gestört werden. Schon lange vor Maurel aber war die Unabhängigkeit der Kokainwirkung von Veränderungen des Blutgehalts der Organe zur Evidenz ersichtlich. Beweisend für diese Tatsache ist ja schon die universelle Wirkung des Mittels, der Umstand, daß Kaltblüter, welche ohne Blut weiter leben können, Organismen, welche überhaupt keinen Kreislauf besitzen, auf Kokain reagieren. An Fröschen, deren Gefäße mit Kochsalzlösung gefüllt sind, lassen sich die Symptome der allgemeinen und lokalen Kokainvergiftung in gleicher Weise studieren wie an bluthaltigen Fröschen und Warmblütern. Auch die ausgeschnittenen, einige Zeit überlebenden Organe von Warmblütern (z. B. Nervmuskelpräparate) reagieren nicht anders auf das Kokain, als wenn sie im Körper des Tieres von Blut durchströmt sind. Arloing kokainisierte das Auge eines Kaninchens und durchschnitt hierauf den Sympathicus derselben Seite. Obwohl jetzt die Conjunctiva sofort enorm hyperämisch wurde, blieb sie doch anästhetisch. Hierzu kommt weiter, daß die neueren Lokalanästhetica zum Teil sehr ähnlich wie Kokain wirken, während sie eine Gefäßkontraktion nicht verursachen, und endlich, daß eine Oligämie, selbst völlige Anämie der Gewebe, viele Symptome der Kokainvergiftung, insbesondere auch eine schnell einsetzende örtliche Lähmung des Schmerzsinnes, gar nicht hervorzubringen imstande ist (s. Seite 34). Ein Einfluß der Gewebsanämie kann hier nur indirekt in dem Sinne in Betracht kommen, als die Verminderung der Blutzufuhr die Resorption des Mittels verlangsamt und ihm dadurch eine intensivere örtliche Einwirkung ermöglicht. Über eine direkte Beteiligung der Anämie an der Symptomatologie der Kokainvergiftung aber kann nur diskutiert werden, wenn gegen Schwankungen des Blutgehalts sehr empfindliche Organe, wie die Großhirnrinde, von der Vergiftung betroffen sind. Auf diesen Punkt wird noch zurückzukommen sein.

Leukozytenlähmung, Gefäßkontraktion, Oligämie sind nicht die Ursache, sondern sind Teilerscheinungen, sind die Folgen der Kokainvergiftung, deren Symptome nur durch die Annahme einer chemischen Affinität des Mittels zum Protoplasma erklärt werden können. Welcher Art die Verbindungen sind, welche unter der Einwirkung von Kokain im Protoplasma entstehen, ist nicht bekannt, nur soviel läßt sich sagen, daß es sehr lockere und flüchtige Verbindungen sein müssen, welche ebenso schnell wieder zerlegt werden, wie sie entstanden sind, worauf die gestörte oder unterbrochene Funktion der Gewebe wiederkehrt. Die Zerlegung der abnormen Verbindungen aber ist an die in den Geweben sich abspielenden Lebensvorgänge selbst gebunden, denn die bei der örtlichen Kokainvergiftung zu beobachtenden Erscheinungen lassen sich durch Unterbrechung des Blutstroms unter geeigneten Verhältnissen beliebig lange festhalten. Einige Eigentümlichkeiten der Kokainvergiftung machen es ferner mehr wie wahrscheinlich, daß dasjenige Kokain, welches einmal irgendwo gebunden gewesen ist, nicht wieder als solches in den Kreislauf zurückgelangt, sondern in seine molekularen Bestandteile zerlegt wird. Damit stimmt überein, daß in den Exkreten und Organen mit Kokain vergifteter Tiere Kokain wenig oder gar nicht nachweisbar ist. Nach Wiechowskis Untersuchungen scheidet der Hund von einer kräftig toxisch wirkenden Kokaindosis nur 5,1 %, das Kaninchen aber gar nichts aus. Werden dagegen die Organe frisch getöteter Tiere mit Kokain behandelt, so kann der größte Teil (80 %) wieder gewonnen werden. Es ist also die Zersetzung des Alkaloids an die vitalen Lebensvorgänge gebunden. Die älteren Versuche (1886) von Helmsing sind weniger verwertbar, weil eine charakteristische chemische Reaktion auf Kokain damals nicht bekannt war, doch spricht auch dieser Autor bereits die Vermutung aus, daß das Kokain im Tierkörper zersetzt werde.

Verschiedene Formen von Protoplasma, verschiedene Arten von Organismen, verschiedene Teile eines Organismus sind nicht gleich empfindlich gegen Kokain; ein Protoplasma braucht größere Dosen, um vergiftet zu werden, als ein anderes. Ebenso variabel ist die Qualität der Vergiftung. Das eine Mal ist der jeder Kokainlähmung vorausgehende Erregungszustand sehr gering, oft gar nicht nachweisbar, ein anderes Mal wird die Lähmung eingeleitet durch Reizerscheinungen heftigster Art. Der geringste Grad der Vergiftung äußert sich endlich überhaupt nur in einer Erregung, Funktionssteigerung, welcher das Kokablatt seine kulturhistorische Bedeutung verdankt. Am empfindlichsten gegen das Gift ist die Großhirnrinde, demnächst die Medulla

oblongata und das Rückenmark. Daher beherrscht deren Funktionsstörung, intensive Erregung, Krämpfe, dann Lähmung, das Krankheitsbild der allgemeinen Kokainvergiftung bei Warmblütern.

Sehr empfindlich gegen Kokain sind weiterhin die peripheren sensiblen Nervenelemente, mag ihnen das Gift zugeführt werden von der Oberfläche einer Schleimhaut aus, oder durch Einspritzung direkt in die Gewebe oder in die dieselben ernährenden Arterien (Alms, Maurel). Die Empfindlichkeit der sensiblen Nervenendigungen der menschlichen Haut kann mit Hilfe der Quaddelprüfung zahlenmäßig festgestellt werden (s. Seite 64). Wird eine an und für sich indifferente Flüssigkeit, wie 0,9 % Kochsalzlösung, in die Cutis injiziert, so genügt ein Zusatz von 0,005 % (1:20000) Kokain zu derselben, damit im Bereich der Hautquaddel für kurze Zeit das Schmerzgefühl aufgehoben wird (Braun, Heinze). Noch weiter verdünnte Lösungen lassen diese Wirkung nicht mehr erkennen. Verdünnte und osmotisch indifferent gemachte Kokainlösungen sind bei der Injektion schmerzlos, konzentrierte, mehr als 3—4 % Lösungen verursachen einen blitzartig kurzen, spezifischen Reiz, der sofort von tiefer örtlicher Lähmung der Sensibilität gefolgt ist. Die nach der Örtlichkeit und individuell wechselnde Dauer der Anästhesie wächst mit der Konzentration der Lösungen. Dauert die Quaddelanästhesie einer 1 % Lösung 25 Minuten, so hält sie in einer, bei derselben Person, an einer der ersten benachbarten Stelle, mit 0,1 % Kokainlösung angelegten Quaddel 15 Minuten an. Gefrierpunktsbestimmungen von Kokainlösungen ergeben folgendes:

0,1 %	Lösung	Gefrierpunkt	−0,02°
1 %	„	„	−0,115°
2 %	„	„	−0,23°
3 %	„	„	−0,305°
4 %	„	„	−0,410°
5,8 %	„	„	−0,565°.

Die physiologische Konzentration liegt also etwa bei 5,8 %. Verdünntere wässerige Lösungen wirken quellend. Der bei ihrer Injektion zu erwartende Quellungsschmerz wird jedoch bis herab zu etwa 0,05 % durch die sofortige spezifische Lähmung verdeckt. 0,01 % wässerige Lösungen rufen bereits lebhaften Quellungsschmerz bei der Injektion hervor. Gewebsschädigungen lassen verdünnte osmotisch indifferente Kokainlösungen nicht erkennen: die Quaddeln verschwinden schnell, ohne Infiltrate oder andere örtliche Veränderungen zu hinterlassen. Die

Intensität und Ausdehnung der durch Diffusion des Mittels entstehenden Kokainanästhesie hängt von der Konzentration der Lösungen ab. Verdünnte Kokainlösungen lassen sie nicht erkennen, die Anästhesie bleibt auf die Quaddel beschränkt. Bei Injektion 2 % Kokainlösung entsteht bereits ein ziemlich großer anästhetischer und hemianästhetischer Hof um die Quaddel. Wird eine verdünnte (etwa 0,1 %) Kokainlösung in das subkutane Zellgewebe, also nicht in die Cutis, eingespritzt, so beobachtet man an der die Injektionsstelle bedeckenden Haut in der Regel keine erhebliche Veränderung der Sensibilität. Steigert man aber die Konzentration der Lösung bis auf 2 % und mehr, so erstreckt sich die einige Minuten nach der Injektion eintretende Anästhesie der Gewebe nicht nur auf die Haut, sondern auch auf die tiefer gelegenen Teile, Fascien, Muskeln, Periost usw. Desgleichen dringen Kokainlösungen auch beim Menschen in Nervenstämme ein, wenn es gelingt, sie in deren nächste Umgebung zu injizieren, und unterbrechen deren Leitungsfähigkeit, wenn sie in genügend starker (2—4 %) Konzentration angewendet wurden. Auf die Geschichte, Theorie und Praxis dieses Verfahrens werden wir später ausführlich zurückkommen. Über die Steigerung der Intensität örtlicher Kokainvergiftung, welche durch Beschränkung oder Verhinderung der Resorption erzielt werden kann, s. 8. Kapitel.

Die Beziehungen des Kokains zu den verschiedenen Qualitäten der Hautsinnesempfindungen hat Goldscheider studiert und hat gefunden, daß von ihnen das Kitzelgefühl und der Temperatursinn am empfindlichsten gegen die Kokainvergiftung sind. Er beobachtete ferner die merkwürdige Erscheinung, daß sich an der menschlichen Haut oder der Zungenschleimhaut leicht ein geringer Grad von Vergiftung hervorbringen läßt, bei dem der Temperatursinn völlig gelähmt ist, aber eine Hyperalgesie gegen Wärmereize besteht, d. h. also: mäßige Wärmereize, welche an der normalen Haut lediglich als Temperaturdifferenz empfunden werden, erregen in der kokainisierten Haut oder Schleimhaut heftigen Schmerz. Es kann daraus auf das Bestehen eines Erregungszustandes der schmerzempfindenden Nerven geschlossen werden. Von der Richtigkeit dieser Beobachtung Goldscheiders habe ich mich überzeugt.

Tast- und Drucksinn sind weniger empfindlich gegen Kokain, denn wir finden sehr häufig einen Zustand von örtlicher Kokainvergiftung, wo zwar Analgesie besteht, Tast- und Druckreize aber noch empfunden werden. Die verschiedene Empfindlichkeit der Sinnesnerven äußert sich aber auch — und hier weichen meine Beobachtungen

von denen Goldscheiders ab — darin, daß nach gleichzeitiger lokaler Vergiftung mit einer Kokainlösung von bestimmtem Prozentgehalt die Sensibilität für Tast- und Druckreize zuerst zurückkehrt, nach einer Weile folgt die Schmerzempfindung, zuletzt die Temperaturempfindung.

Der Versuch wird am besten so angestellt, daß man sich eine etwa talergroße Hautfläche intrakutan mit 0,001—0,1 % Kokainlösung (mit Zusatz von 0,9 % Kochsalz) infiltriert. Man erhält dann einen größeren Bezirk, in dem überall ein gleichmäßiger und leicht nach der Konzentration der Lösungen zu variierender Grad lokaler Kokainvergiftung hervorgerufen und die Reaktion der Sinnesempfindungen auf Reize sicher geprüft werden kann. Auch sind die injizierten Kokainmengen so gering, daß eine Allgemeinwirkung hier ausgeschlossen werden kann, während Mosso (1890) schon bei internen Kokaingaben von 0,05—0,1 beim Menschen eine Steigerung der gesamten Hautsensibilität eintreten sah. Zunächst kann nun festgestellt werden, daß mit der Konzentration der verwendeten Kokainlösungen die Dauer der Anästhesie steigt. Weiter ergibt sich, daß die verdünntesten Kokainlösungen (0,001—0,003 %) — die Konzentration wechselt nach Zeit und Individuum — nur den Temperatursinn lähmen und jene Hyperalgesie gegen Wärmereize veranlassen, etwas stärkere (bei mir meist 0,005 %) auch Analgesie machen, noch stärkere stets alle Sinnesqualitäten lähmen. Prüft man nun den zeitlichen Verlauf der Lähmung, so ergibt sich ganz konstant, daß Tast- und Drucksinn zuerst wiederkehren, dann die Schmerzempfindlichkeit, zuletzt immer der Temperatursinn. Und auch hier kann, wenn die Kokainvergiftung im Abklingen begriffen ist, stets eine Zeitlang jene Hyperalgesie gegen Wärmereize beobachtet werden, auffallenderweise schon zu einer Zeit, wo Nadelstiche, Schnitte, faradische Reize noch kaum als Schmerz empfunden werden. Das hat eine gewisse praktisch-chirurgische Bedeutung. Denn wir haben hier die Erklärung für eine Erscheinung, die uns oft in der Praxis entgegentritt, daß bisweilen bei der Anwendung des Thermokauters in mit Kokain vergifteten Geweben die Schmerzempfindlichkeit auffallend schnell zurückkehrt. Wir bedürfen daher nicht mehr der auch von mir früher akzeptierten, an und für sich ziemlich unwahrscheinlichen Erklärung Reclus' für diese Tatsache, wonach infolge der Glühhitze das in den Geweben befindliche Kokain schneller als sonst zersetzt werden soll. Auch an einem Finger, den man sich in später zu schildernder Weise durch Injektion von Kokainlösungen an die Nervenstämme anästhetisch gemacht hat, kann das zeitlich verschiedene Abklingen der örtlichen Kokainvergiftung im Bereich der einzelnen Hautsinnesqualitäten sehr gut beobachtet werden.

Auf Schleimhäute appliziert, lähmt Kokain nicht allein die Schmerzempfindung, sondern auch andere, der Schleimhaut angehörige Sinnesempfindungen, wie Geschmacksempfindung und Geruchsempfindung (Zwaardemacker).

Weniger empfindlich, als die sensiblen, sind die motorischen Nerven, soviel weniger, daß wiederholt ihre Immunität gegen das Kokain behauptet wurde. Alms und Kochs, später Mosso (1890) zeigten

jedoch, daß das nicht der Fall ist. Mosso brachte auf die Zwerchfellnerven des Hundes Kokain und sah darnach rasch eine Lähmung des Zwerchfells eintreten. Frank benutzte diese Eigenschaft des Kokains geradezu anstatt der Nervendurchschneidung bei physiologischen Experimenten an lebenden Tieren. Alms und Maurel spritzten Tieren Kokain in eine Arterie und beobachteten motorische Lähmung in den von ihr versorgten Muskeln. Mosso leitete an den Extremitäten von Fröschen und Warmblütern die künstliche Zirkulation mit Kochsalzlösung und defibriniertem Blut ein, denen Kokain in verschiedener Konzentration zugesetzt war. Betrug die Kokainmenge 0,6 %, so wurden die Muskeln erst erregt, dann gelähmt und erholten sich, wenn sie mit kokainfreier Kochsalzlösung oder kokainfreiem Blut durchspült wurden. Enthielt die Spülflüssigkeit größere Mengen Kokain, so trat sofort Lähmung ein. Bei meinen im 9., 16. und 17. Kapitel erwähnten Versuchen über Leitungsanästhesie am lebenden Menschen trat stets eine Leitungsunterbrechung auch der motorischen und vasomotorischen Bahnen gemischter Nerven ein, wenn nur die Kokainwirkung genügend intensiv war; stets aber wurden die sensiblen Bahnen früher und auch für längere Zeit gelähmt, als die motorischen. War die Kokainwirkung weniger intensiv, so blieb die motorische Lähmung aus, während gleichzeitig die sensible Lähmung vollkommen ausgebildet sein konnte.

Das Froschherz wird nach Mosso erregt, wenn es durchströmt wird von Kochsalzlösung mit 0,04 % Kokaingehalt, gelähmt, wenn 0,08 % Kokain in ihr enthalten sind. Auch hier erfolgt restitutio ad integrum, wenn kein Gift mehr zugeführt wird. Albertonis Lepidopterenlarven und Amöben wurden durch Aufenthalt in $^1/_2$ % Kokainlösungen gelähmt. Was die Empfindlichkeit der Pflanzen anbelangt, so begünstigen 0,05—0,1 % Kokainlösungen das Keimen des Samens und das Wachstum der Pflanzen, während 1 % Lösungen diese Vorgänge verzögern und 2 % Lösungen sie unterbrechen. Verhältnismäßig empfindlich sind die Leukozyten. Die menschlichen Leukozyten werden nach Maurel schon bei einem Kokaingehalt des Bluts von 0,02 % gelähmt. Unbewegliche, in den Kapillaren angesammelte Leukozyten bilden in der Tat einen konstanten Befund bei der allgemeinen Kokainvergiftung, der aber freilich nicht die Bedeutung hat, die Maurel ihm zuschrieb. Wenn nun festgestellt ist, daß die Empfindlichkeit der sensiblen Nervensubstanz gegen Kokain eine außerordentlich große ist, so wird man nicht umhin können, dem Kokain trotz seiner universellen Wirkung eine gewisse Spezifität gegenüber den peripheren sensiblen Nerven einzuräumen und die Bezeichnung des Kokains als „sensitives

Curare“ (Anrep, Laffont, Laborde, Dastre) für nicht so ganz unberechtigt halten. Jedenfalls hat man bis zur Entdeckung des Kokains kein Mittel gehabt, welches gleich energisch auf die peripheren sensiblen Nerven einwirkte, ohne sie erkennbar zu reizen, ohne sie dauernd zu schädigen, und nur die Annahme der genannten Autoren, daß die bei der allgemeinen Kokainvergiftung entstehenden Lähmungen peripherer Natur seien, hat sich als unrichtig erwiesen. (Mosso.)

Wesen und Mechanik der allgemeinen Kokainvergiftung.

Wenn Kokain dem Körper einverleibt wird und, resorbiert, in den Kreislauf gelangt, so kann es auch an anderer als der Applikationsstelle auf das Protoplasma der Organe wirken. Dieselben werden dann vergiftet werden und mit Reiz oder Lähmung antworten, wenn das Blut, welches sie durchströmt, Kokain in einer für das betreffende Organ wirksamen Konzentration enthält. Diese von Albertoni formulierte Einheit der lokalen und allgemeinen Kokainvergiftung bildet den Schlüssel zum Verständnis der eigentümlichen Wirkungen des Mittels.

Wir schildern zunächst das Symptomenbild der allgemeinen akuten Kokainvergiftung beim Menschen und beim Tier und legen uns dann die Frage vor: wie entsteht sie, und wie ist sie zu vermeiden?

Die schon von Mantegazza studierte und kulturhistorisch bedeutungsvolle Eigenschaft kleiner Kokaindosen — wie sie beim Kauen der Kokablätter in den Körper gelangen —, die Motilität und Sensibilität vorübergehend innerhalb normaler Grenzen zu erregen, die Leistungsfähigkeit und Aufnahmefähigkeit, den Stoffwechsel zu steigern, wurde später von Anrep, Mosso, Fleischer, Freud u. a. auch beim reinen Kokain wiedergefunden. Diese unzweifelhaft zentrale Wirkung sehr kleiner Dosen des Gifts ist für uns nur von nebensächlichem Interesse. Bei der Schilderung des an Einzelheiten reichen, wechselvollen Bildes der akuten Kokainvergiftung nach Einverleibung größerer Dosen beim Menschen folgen wir in der Hauptsache Husemann. Störungen von seiten des gegen Kokain empfindlichsten Organs, des Zentralnervensystems, beherrschen dieses Bild. Die leichteste Form der Vergiftung besteht in einem plötzlich, gewöhnlich sehr schnell nach der Applikation sich einstellenden und auch bald wieder vorübergehenden Schwindelanfall. Derselbe kann sich steigern bis zum Kollaps mit kleinem, fliegendem Puls, Kriebeln und Kältegefühl in den Extremitäten, unregelmäßiger, erschwerter Atmung, kaltem Schweiß. In schwereren Fällen stellt sich ein Ohnmachtsanfall mit Bewußtlosigkeit ein,

dem ein mehrere Stunden anhaltender Schwächezustand folgt. Auch Erbrechen wird häufig beobachtet. Es ist, wie bereits angeführt, möglich und wahrscheinlich, daß bei der Entstehung der leichtesten Formen der Kokainvergiftung die Hirnanämie, welche das Mittel bewirkt, eine gewisse, im ganzen wohl nebensächliche Rolle spielt. Einem höheren Grad der spezifischen Vergiftung des Zentralnervensystems entspricht ein Symptomenbild, das hauptsächlich charakterisiert ist durch einen mehr oder weniger intensiven Erregungszustand der Großhirnrinde (Kokainrausch). Die Kranken sind unnatürlich aufgeregt, meist heiter, lachen, schwatzen, delirieren, halluzinieren; auch Melancholie und Verfolgungsideen werden beobachtet. Allerlei abnorme subjektive Empfindungen stellen sich ein, Trockenheit im Halse, Präkordialangst, Parästhesien, Anästhesien, Verlust des Gesichts, des Geruchsinns, des Gehörs. Die Pupillen sind erweitert und starr, wie bei lokaler Applikation im Auge. Bisweilen steigert sich die Erregung bis zur Tobsucht. Schwere, lebensgefährliche Kokainvergiftungen werden fast stets eingeleitet durch heftige, epileptiforme Krämpfe mit Exophthalmus und Bewußtlosigkeit. Dann schwinden Sensibilität, Motilität, die Reflexe, zuletzt der Kornealreflex, die Kranken liegen in tiefem Coma, schließlich erfolgt der Tod infolge von Lähmung des Atemzentrums. Die Reihenfolge der Erscheinungen ist also die gleiche wie bei der Inhalationsnarkose mit Chloroform, Äther und ähnlichen Mitteln; dort sind aber die Reizerscheinungen gering, die Lähmung überwiegt, hier beherrscht die Erregung des Zentralnervensystems das Krankheitsbild. Zu Krampfanfällen neigende Personen bekommen leichter Kokainkrämpfe als andere. Bei nervösen Individuen sah man im Anschluß an die Vergiftung einen 3—4 Wochen anhaltenden, mit zeitweiligen Krämpfen verbundenen Krankheitszustand entstehen. Die vielfachen, in ihrer Intensität und Gruppierung wechselnden Symptome der akuten Kokainvergiftung sind hiermit noch nicht annähernd erschöpft, es gibt kaum eine pathologische Äußerung des Körpers, welche dabei nicht beobachtet worden wäre. Experimentelle Untersuchungen über die allgemeine Kokainvergiftung bei Tieren sind von Schroff (1862), Danin (1873), von Anrep (1879), Vulpian (1883), Mosso (1887), Albertoni (1890), Maurel (1892) und vielen anderen angestellt worden und haben den Zusammenhang der Erscheinung geklärt. Die Symptome betreffen, wie beim Menschen, fast ausschließlich das Zentralnervensystem. Bei intelligenten Tieren, z. B. Hunden, kann nach Einverleibung kleiner Dosen eine ähnliche Irritation der psychischen Sphäre beobachtet werden, wie beim Menschen: Aufregung, Depression,

Halluzinationen. (Feinberg und Blumenthal, Mosso.) Jede schwere Vergiftung beginnt — gewöhnlich sofort nach der Aufnahme des Kokains — beim Warmblüter mit heftigen klonischen Krämpfen, Exophthalmus und Verlust des Bewußtseins. Bei Kaltblütern fehlen die Krämpfe, bei Warmblütern können sie ganz oder fast ganz fehlen, wenn das Gift allmählich in sehr verdünnter Lösung dem Tier zugeführt wird. (Nach eigenen Beobachtungen.) Wie beim Menschen folgt den Krämpfen tiefes Coma mit Verlust der Sensibilität, der Motilität, der Reflexe. Der Tod erfolgt während oder nach dem Krampfstadium durch Atemlähmung. Feinberg und Blumenthal haben den zentralen Ursprung der Kokainkrämpfe erwiesen, denn sie bleiben aus bei Tieren, denen die motorischen Rindenzentren exstirpiert sind, sie fehlen ferner bei neugeborenen Tieren, deren Rindenregion nach Soltmann bis zum 20. Tage nicht erregbar ist, und fehlen endlich, wenn durch Chloroform-, Äther- oder Chloralhydratnarkose zuvor die Hirnrinde gelähmt wurde. (Mosso.) Feinberg und Blumenthal, deren Beobachtungen später Soulier und Guinard bestätigten, glaubten, daß die Ursache der Krämpfe eine Hirnanämie sei. Es kann jedoch heute nicht mehr zweifelhaft sein, daß die spezifische Einwirkung des Giftes auf das Protoplasma der Zellen des Zentralnervensystems die Erregung der Rinde hervorruft. Denn erstens ist während des Krampfstadiums das Gehirn nicht anämisch, sondern enorm mit Blut überfüllt, wodurch auch der Exophthalmus zustande kommt, und zweitens erregen dem Kokain nahestehende, sehr ähnlich wirkende Mittel ganz gleichartige Krämpfe, obwohl sie das Gehirn nicht anämisch machen. (Tropakokain.) Auch die der Erregung folgende Lähmung ist rein zentraler Natur, wie Mosso nachwies. Denn auch im tiefsten Coma bleiben Muskeln und periphere Nerven erregbar, während andererseits die Lähmung einer Extremität nicht ausbleibt, wenn sie vom Blutstrom des vergifteten Tieres ausgeschaltet ist.

Bei Kokainvergiftungsversuchen an Tieren treten mancherlei Eigenarten der Kokainwirkung in Erscheinung, die ihre Erklärung in dem Verhalten dieses Alkaloids zum Protoplasma finden. Wir haben als wesentliche Eigenschaften des Kokains erkannt: 1. seine große Affinität zum lebenden Protoplasma aller Art, welche zur Folge hat, daß das in den Körper eingeführte Mittel sofort gebunden wird, 2. seine Fähigkeit, flüchtige, wenig stabile Verbindungen mit dem Protoplasma einzugehen, welche vorübergehend dessen Funktion unterbrechen, sich schnell wieder zersetzen und bei der Zersetzung nicht wieder als Kokain in den Kreislauf gelangen. Diese Eigenschaften bedingen die

örtlich anästhesierenden Eigenschaften des Mittels und erklären folgende Eigentümlichkeiten der allgemeinen Kokainvergiftung.

Werden Kokainlösungen bei Tieren intravenös injiziert, so reagieren die Tiere prompt und gleichartig auf eine Kokaindosis, vorausgesetzt, daß dieselbe in der gleichen Menge Wassers oder eines anderen Lösungsmittels gelöst war; die gleiche Dosis aber wirkt anders, wenn sie in anderer Konzentration, oder nicht auf einmal, sondern in kurzen Intervallen injiziert wird. Dies Verhalten ist zuerst von Maurel eingehend studiert worden.

Nach Maurels Versuchen bewirkt 0,01 Kokain in 5% Lösung, einem Kaninchen in die Ohrvene injiziert, den sofortigen Tod des Tieres, 0,005 pro Kilo erregen heftige Krämpfe, 0,0025 nur Andeutungen von Vergiftung. Wird 0,002 pro Kilo in 5% Lösung wiederholt in Pausen von 5—10 Minuten intravenös injiziert, so kann 0,03 pro Kilo Kokain zugeführt werden, ohne daß Vergiftung eintritt. Ebensowenig tritt Vergiftung ein, wenn 0,03 pro Kilo auf einmal, aber nicht in 5%, sondern in 1/4 % Lösung injiziert wird. Ähnliche, von mir früher angestellte Versuche sind von Weigand mitgeteilt worden: 3 Kaninchen von annähernd gleichem Gewicht (1800 Gramm) wurde Kokain in die Ohrvene injiziert:

dem	ersten	0,005	in	10%	Lösung.	Resultat:	schwere Krämpfe und Lähmung.
„	zweiten	0,005	„	1%	„	„	keine Vergiftung.
„	„	0,01	„	1%	„	„	kurze, heftige Krämpfe.
„	dritten	0,02	„	0,2%	„	„	vorübergehende Schwäche.
„	„	0,02	„	0,1%	„	„	keine Vergiftung.

Also die vierfache Menge einer Kokaindosis, welche in 10% Lösung schwere Symptome von seiten des Zentralnervensystems hervorruft, wird in 0,1% Lösung ohne Schaden vertragen. Die Abschwächung der Giftwirkung, wenn ein Kokainquantum nicht auf einmal, sondern geteilt in kurzen Intervallen intravenös gegeben wird, beobachteten Feinberg und Blumenthal auch an Hunden. Die Erklärung dieses Verhaltens ergibt sich aus den Eigenschaften des Kokains. Das in das Blut eingeführte Gift reizt und lähmt das gegen dasselbe überaus empfindliche Zentralnervensystem zu einer Zeit, wo andere Organe noch gar nicht merklich reagieren, obwohl sie der Kokainvergiftung keineswegs unzugänglich sind. Kokainvergiftung des Zentralnervensystems, mit anderen Worten das klinische Bild der allgemeinen Kokainvergiftung, tritt dann ein, wenn das Blut, welches das Zentralnervensystem durchströmt, auch nur einen Augenblick das Alkaloid in einer für dieses Organ wirksamen Konzentration enthält. Ist diese Konzentration indessen geringer, so kann eine Zeitlang von neuem Kokain zugeführt werden, weil die kleinen, im Blut enthaltenen Kokainmengen

sofort gebunden, aber auch wieder zersetzt werden; die akute Vergiftung bleibt also dann aus, weil die lebenden Zellen des Zentralnervensystems kleine, ihnen zugeführte Kokainmengen vertragen und unschädlich machen, solange Kokainzufuhr und -Zersetzung in einem gewissen Gleichgewicht sich befinden. Es liegen hier demnach ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie sie von der Vergiftung mit inhaliertem Äther und Chloroform bekannt genug sind. Eine Maximaldosis besitzen diese Mittel nicht, eine äußerst geringe Menge von ihnen kann die Zentren der Medulla oblongata lähmen und das narkotisierte Individuum sofort töten, wenn sie in konzentrierter Form im Blut enthalten ist; die vielhundertfache Menge kann zugeführt werden, wenn das allmählich geschieht; maßgebend für die Intensität der Äther- und Chloroformvergiftung ist allein der Gehalt der Atmungsluft des Individuums an Äther oder Chloroformdampf. Ob und in welcher Intensität sich die Kokainvergiftung des Zentralnervensystems äußert, das hängt ebenfalls keineswegs allein von der dem Körper zugeführten Kokaindosis ab, sondern ebenso von der Zeit, in welcher sie zugeführt wurde. Gelangt sie plötzlich, d. h. in konzentrierter Lösung, ins Blut, so kann diejenige Dosis sofort töten, welche allmählich, d. h. in verdünnter Lösung, oder abgeteilt in Intervallen verabreicht, nicht einmal Andeutungen einer Vergiftung des Zentralnervensystems erkennen läßt, weil die Konzentration des Kokains in den Kapillaren dieses Organs zu keiner Zeit die für dasselbe toxische Konzentration erreicht. Bei anderen Giften ist die Differenz in der Wirkung konzentrierter und verdünnter Lösungen nicht so auffallend, wie gerade beim Kokain. Besonders Gifte, welche an ihren Angriffspunkten stabile Veränderungen hervorrufen, sich anspeichern, können diese Erscheinung gar nicht in dem hohen Maße zeigen, vielmehr muß durch eine allmählich zugeführte Dosis, infolge von Summation der Giftwirkung, schließlich ziemlich der gleiche Zustand herbeigeführt werden, wie wenn dieselbe Dosis schnell resorbiert worden wäre. Wir werden in dem Akoin ein zu diesen Giften gehöriges Lokalanästheticum kennen lernen.

Die Versuchstiere vertragen außerordentlich viel größere Mengen der gleichen Kokainlösung, wenn dieselbe nicht in die Venen, sondern in das subkutane Zellgewebe oder zwischen die Muskeln injiziert wird, wobei vorläufig von gewissen, noch zu erörternden Unregelmäßigkeiten in der Wirkung des Alkaloids abgesehen werden soll. Custer fand beim Kaninchen 0,03 pro Kilo in 5% Lösung als die niedrigste, noch deutliche Vergiftung auslösende, 0,1 pro Kilo als regelmäßig tödliche

Dosis. Ich sah bei 0,02 pro Kilo in 10 % Lösung gewöhnlich keine, bei 0,03 pro Kilo in der Regel Vergiftung, bei 0,1 pro Kilo in der Regel Exitus letalis. 0,1 pro Kilo wird von den meisten Autoren als die für das Kaninchen tödliche Dosis angegeben. Die Dosis Kokain also, welche beim Kaninchen, subkutan gegeben, toxisch oder tödlich wirkt, ist etwa zehnmal größer als die, welche, intravenös verabreicht, ähnliche Symptome hervorruft. Der Grund dieser Differenz muß in erster Linie gesucht werden in der verlangsamten Resorption des subkutan injizierten Alkaloids, in der auf ihrem Wege zum Zentralnervensystem vor sich gehenden Verdünnung der Lösung und in der bei subkutaner Injektion erfolgenden, teilweisen örtlichen Bindung des Mittels. Selbst bei intravenöser Injektion kann niemals die volle verabreichte Dosis in das Zentralnervensystem gelangen, denn gelähmte Leukozyten füllen überall die Kapillaren, durch welche Kokainlösungen hindurchgegangen sind, und müssen also einen Teil des Giftes absorbiert haben. Die Affinität des Kokains zu allen Gewebsbestandteilen muß naturgemäß in weit höherem Grade sich geltend machen und den wirklich resorbierten Teil desselben reduzieren, wenn seine Lösungen subkutan injiziert wurden. Die Wirkung der Dosis hängt auch bei subkutaner Injektion in hohem Grade ab von der Konzentration der verwendeten Lösung. Von zwei gleichgroßen Meerschweinchen wird nach Pouchet dem einen 0,04 Kokain in 4 % Lösung, dem anderen 0,1 Kokain $^2/_3$ % Lösung subkutan injiziert. Das erste stirbt nach wenigen Sekunden, das zweite wird zwar vergiftet, stirbt aber nicht. Meine Versuche am Kaninchen ergeben, daß die in 5—10 % Lösung tödliche Dosis von 0,1 pro Kilo geringe Symptome von Vergiftung, oder auch gar keine solchen verursacht, wenn man sie in 1 % Lösung verabreicht. Auch zeigt sich, daß Kokain in verdünnten Lösungen viel weniger intensiv krampferregend wirkt, als in konzentrierter Lösung. Nach Maurel wirkt beim Kaninchen schon eine Dosis von 0,025 in 0,1 % Lösung tödlich, während Custer sah, und das stimmt auch mit meinen Beobachtungen überein, daß 0,1 pro Kilo in 0,1 % Lösung noch keine Vergiftung verursacht, bei 0,15 pro Kilo sich die ersten Zeichen einer Intoxikation einstellen, und daß auch 0,3 pro Kilo noch nicht den Tod der Tiere herbeiführte. Die abweichenden Angaben Maurels erklären sich dadurch, daß bei subkutaner Injektion großer Mengen verdünnter wässeriger Kokainlösung die Tiere nicht an Kokainvergiftung, sondern, wie Custer zeigte, an den Folgen der Wasserinjektion zugrunde gehen, was durch Zusatz von Kochsalz zur Kokainlösung verhütet werden kann, von Maurel aber nicht bemerkt worden ist.

Also in 5—10 % Lösung macht eine subkutan injizierte Dosis Kokain ungefähr ähnliche Vergiftungserscheinungen, wie die fünffache Dosis in 0,1—0,2 % Lösung; die Gründe für diese Erscheinung wurden bereits erörtert.

Anscheinend sehr auffallende Beobachtungen hat Maurel gemacht, wenn er Kokainlösungen nicht in die Venen, sondern in die Arterien von Kaninchen injizierte. Er gibt an, daß er in die A. femoralis oder A. renalis 0,1 pro Kilo in 10 % Lösung injizieren konnte, ohne daß irgend welche Zeichen von Vergiftung eintraten, während die Kontrolltiere bei 0,02 pro Kilo intravenös sofort verendeten. Es stimmt dies zwar sehr schön in die Theorie, die Maurel von der Kokainwirkung entwickelt hat, aber richtig ist es nicht. Ich injizierte einem Kaninchen von 3000,0 Gewicht 0,1 Kokain = 0,033 pro Kilo in 10 % Lösung in die A. femoralis. Es trat augenblicklich der Exitus letalis ein. Bei einem zweiten Tier folgte der Injektion von 0,01 pro Kilo in 10 % Lösung in die A. femoralis eine äußerst schwere Vergiftung, die aber nicht tödlich endete. Es ist bei diesen Versuchen selbstverständlich darauf zu achten, daß der arterielle Blutstrom während und nach der Injektion ungehindert vonstatten geht, damit das Kokain, wie beabsichtigt, auch wirklich sofort in den Kreislauf gelangt. Geschieht das nicht — vielleicht erklären sich so die Beobachtungen Maurels —, so wird das Ergebnis des Versuchs nicht die Kokainwirkung bei intraarterieller Injektion, sondern diejenige bei Injektion von Kokainlösungen in Gewebsgebiete mit unterbrochener Zirkulation darstellen; die unter solchen Verhältnissen noch unschädlichen Kokainmengen sind unbegrenzte.

Es ist Mosso aufgefallen, daß Hunde gelegentlich anders als gewöhnlich reagierten, wenn er ihnen konzentrierte Kokainlösungen subkutan injizierte. Ein Hund vertrug 0,02—0,03 pro Kilo, ohne beträchtliche Vergiftungserscheinungen darzubieten, ein anderer starb rasch nach 0,03 pro Kilo. Die gleiche Beobachtung wird jeder gemacht haben, der Tiere derartigen Versuchen unterzog, und wird daraus entnommen haben, daß man von tödlichen, toxischen und nichttoxischen Dosen bei dieser Art der Anwendung des Mittels nur mit einer gewissen Reserve sprechen kann. Hier begegnen wir also im Tierversuch derselben anscheinenden Unregelmäßigkeit der Kokainwirkung, welche in der Geschichte der Kokainanästhesie eine so große Rolle spielt und fast allgemein angesehen wird als die Folge einer weitverbreiteten hypothetischen Idiosynkrasie gegen das Mittel. Gewiß wird es Menschen geben, welche gegen Kokain empfindlicher sind als andere, daß aber die überwiegende Mehrzahl der beim Menschen unerwartet nach Einverleibung kleiner Kokaindosen eingetretenen Vergiftungen anders zu erklären ist, und es nicht die Idiosynkrasie ist, welche der Dosierung des Kokains Schwierigkeiten bereitete, lehrt sowohl der Tierversuch, wie die neueren Erfahrungen am Menschen. Denn bei Tieren kann nur dann die atypische Wirkung, also der Eintritt von

Vergiftung bei ungewöhnlich kleinen, das Ausbleiben derselben bei relativ großen Dosen beobachtet werden, wenn man mit konzentrierten Lösungen experimentiert und dieselben subkutan verabreicht. Bei intravenöser Injektion äußert dagegen ein und dieselbe Quantität einer Kokainlösung von gleicher Konzentration auch stets dieselbe Wirkung, und beim Menschen existiert nach tausendfältiger Erfahrung jene angebliche Idiosynkrasie nicht mehr, seit zu Gewebsinjektionen nicht mehr konzentrierte, sondern verdünnte Kokainlösungen benutzt werden. Ferner ergibt sich, daß die abnorme, ungewöhnliche Wirkung einer Kokaindosis gelegentlich bei einem und demselben Tier sich zeigt, das vorher und nacher in der gewöhnlichen, normalen Weise auf sie reagierte. 0,03 pro Kilo Kokain in 10% Lösung einem Kaninchen subkutan injiziert, veranlassen für gewöhnlich sofort schwere Vergiftung, heftige Krämpfe mit folgender Lähmung, ohne zu töten. Am 19. Juni 1898 wurde einem Kaninchen von 2850 g Gewicht 1 ccm 10% Kokainlösung (= 0,035 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert. Es trat keine Vergiftung ein. Dasselbe Tier hatte einige Tage vorher auf 0,03 pro Kilo in 10% Lösung in regelrechter Weise reagiert und tat dasselbe drei Tage später. Hier reicht also weder eine von Aducco angenommene kumulative Wirkung des Mittels, noch eine Gewöhnung an dasselbe, wie sie Custer bemerkt zu haben glaubt, zur Erklärung aus. Ähnliche Beobachtungen wurden häufig beim Menschen gemacht, allerdings bei der Anästhesierung der Schleimhäute, wo eine genaue Dosierung nicht möglich ist. Weinrich z. B. berichtet über eine schwere Vergiftung nach Einführung von 2,0 Kokain in 20 ccm Wasser in die Blase, nachdem eine Zeit zuvor schon fünfmal die gleiche Menge anstandslos vertragen worden war; sieben Tage später bewirkte 1,0 Kokain in 30 ccm Wasser, in gleicher Weise angewendet, keine Vergiftung. Weinrich fügt hinzu, daß er einen zweiten, ganz analogen Fall gesehen hat. Bergmann berichtet über eine schwere Kokainvergiftung, welche nach Injektion von 0,02 in 5% Lösung in den Oberschenkel eintrat. Am Tage vorher war 0,05 in 5% Lösung in gleicher Weise angewendet worden ohne folgende Vergiftung. Bei der Anästhesierung der Nasenschleimhaut machten Hobbs und Rieke ähnliche Erfahrungen. Hobbs sagt deshalb, daß von einer toxischen oder nichttoxischen Kokaindosis gar keine Rede sein könne, da die nämliche Person zu verschiedener Zeit eine andere Empfänglichkeit gegen Kokain zeige. Mitteilungen hingegen darüber, daß ein und dieselbe Person immer wieder als besonders empfindlich gegen Kokain sich erwiesen hat, sind nur wenige zu finden. Die Erklärung dieser Erscheinungen unter-

liegt auch ohne die Annahme einer weitverbreiteten Idiosynkrasie keinen Schwierigkeiten. Typisch und regelmäßig sind allein die Wirkungen der dem Blutstrom direkt, durch intravenöse Injektion, zugeführten Kokainlösungen; äußerst kleine Mengen konzentrierter Lösungen sind nötig, um das Zentralnervensystem intensiv zu schädigen. Je mehr aber die Lösungen verdünnt werden, desto größer wird die in gleicher Intensität toxisch wirkende Dosis. Wie groß beim Menschen die in konzentrierter Lösung dem Blut direkt zugeführte niedrigste toxische Dosis ist, ist nicht bekannt; nach einer allerdings sehr theoretischen Berechnung Maurels beträgt sie zwei Milligramm, jedenfalls ist sie ebenso wie beim Tier sehr klein, viel kleiner als die übliche angebliche Maximaldosis. Werden nun konzentrierte Kokainlösungen zur Anästhesierung der Schleimhäute benutzt oder subkutan injiziert, so wird die Resorption eine weit langsamere sein als bei intravenöser Injektion, das Kokain wird verdünnt, ehe es an das Zentralnervensystem gelangt, deshalb bleibt die Vergiftung in der Regel aus bei viel größeren Dosen als die, welche, intravenös injiziert, toxisch wirken müssen. Durch Eindringen einer kleinen Quantität der konzentrierten Lösung in ein Blutgefäß oder ein Lymphgefäß, oder durch sonstige, im Allgemeinzustand des Individuums oder der Beschaffenheit des Einverleibungsorts liegende Umstände kann mehr oder weniger zufällig die Resorptionsgeschwindigkeit gesteigert werden, eine relativ kleine Dosis wirkt, als wäre sie intravenös injiziert worden. So erklärt also die besonders geartete, bei keinem der vor seiner Entdeckung bekannten Arzneimittel in ähnlicher Form anzutreffende Affinität des Kokains zum Protoplasma nicht nur dessen lokalanästhesierende Eigenschaften, sondern auch die Art seiner Einwirkung auf den Gesamtorganismus, die enorme Differenz in der Toxizität konzentrierter und verdünnter, intravenös und subkutan einverleibter Kokainlösungen und die anscheinende Ungleichmäßigkeit der Wirkung ein und derselben Dosis. Die Betrachtung der örtlichen und allgemeinen Kokainvergiftung lehrt sehr deutlich, wie Resorption, allgemeine und örtliche Wirkung in einem bestimmten Wechselverhältnis zu einander stehen.

Verhütung und Behandlung der Kokainvergiftung. Die Dosierung des Kokains.

Wie den Gefahren der Kokainanwendung begegnet werden kann, das ergibt sich aus den obigen Betrachtungen und den vorliegenden Erfahrungen beim Menschen. Es genügt hierzu nicht das Innehalten einer absoluten Maximaldosis; die große Verschiedenheit in der Größe

der von einzelnen Autoren als ungefährlich angegebenen Dosis (Landerer 0,01, Wölfler 0,02—0,05, Kocher 0,1, Reclus 0,2, Gluck 0,2—0,3) läßt schon erkennen, in welche Schwierigkeiten man bei der Dosierung des Mittels geraten ist. Die deutsche Pharmakopöe bezeichnet als Maximaldosis 0,05 pro dosi, diese Angabe muß geändert werden, denn das Vertrauen auf sie hat noch neuerdings schwere Vergiftungen (Bergmann) veranlaßt. 0,05 pro dosi ist keine Maximaldosis, da sie weder vor Kokainvergiftungen schützt, noch diejenige größte Menge angibt, welche ungestraft verabreicht werden darf. Als absolute Maximaldosis könnte allein diejenige größte Menge Kokain angesehen werden, welche, wenn sie in konzentrierter Form direkt in das Blut gelangt, keine Vergiftung verursacht; diese Menge ist viel kleiner, als die angebliche Maximaldosis der deutschen Pharmakopöe und wird sich auf Bruchteile eines Zentigramms belaufen; ihre Feststellung hätte nicht den geringsten praktischen Wert, da unter Berücksichtigung gewisser, aber allerdings unerläßlicher Vorsichtsmaßregeln sehr viel größere Kokainmengen ohne Schaden dem Körper zugeführt werden können. Diese Vorsichtsmaßregeln laufen in der Hauptsache darauf hinaus, die Resorptionsgeschwindigkeit des Mittels zu verlangsamen und zu verhüten, daß jene kleinste Maximaldosis zu irgend einer Zeit auf einmal im Blut vorhanden ist, da die Vergiftung auch bei großer Dosis ausbleibt, wenn sie dem Körper allmählich oder in Intervallen zugeführt wird, dagegen bei sehr kleiner Dosis eintritt, wenn dieselbe auf einmal in den Kreislauf gelangt. Letzteres kann um so leichter vermieden werden, je weiter die zur Anästhesierung verwendeten Kokainlösungen verdünnt werden: die Verdünnung der Lösungen ist daher ein souveränes Mittel zur Verhütung der zentralen Kokainvergiftung.

Die Notwendigkeit, zu Gewebsinjektionen verdünnte Kokainlösungen zu benutzen, ist schon sehr bald nach der Einführung des Mittels erkannt worden, zuerst, wie erwähnt, von Corning, der zeigte, daß durch $^1/_3$—$^1/_5$ % Kokainlösungen, allerdings unter Zuhilfenahme der Esmarchschen Blutleere, Anästhesie hervorgerufen werden kann, dann u. a. von Fränkel, der darauf hinwies, daß man mit 1 % Kokainlösung bei gleicher Dosis einen weit größeren Gewebsabschnitt durch Gewebsinjektionen unempfindlich machen kann, als mit 10 % Lösung. Motty teilte bei Gelegenheit einer Besprechung des bekannten Bergerschen Kokaintodesfalls in der Pariser chirurgischen Gesellschaft (1891) mit, daß er ausschließlich $^1/_2$ % Kokainlösung injiziere und in Tausenden von Fällen niemals einen üblen Zufall erlebt habe. Auch Oberst

(Pernice) brauchte schon seit 1889 prinzipiell $^1/_2$—1 % Kokainlösungen, und Verfasser, der damals Obersts Verfahren kennen lernte und seitdem beinahe alltäglich angewendet hat, hat das klinische Bild der Kokainvergiftung beim Menschen niemals gesehen. Die allgemeine Anerkennung des Prinzips verdanken wir indessen den Bemühungen von Reclus und Schleich. Reclus vertrat in zahlreichen eigenen Arbeiten und solchen seiner Schüler (Auber, Fillon, Delbosc, Legrand) lange Zeit, entgegen der herrschenden Meinung, die Anschauung, daß Kokainvergiftungen vermeidbar, also auch nicht die Folge einer Idiosynkrasie sind, bildete ein Verfahren technisch aus, welches gestattet, mit Hilfe von 1 % (neuerdings $^1/_2$ %) Kokainlösungen, auch ohne Esmarchsche Blutleere, selbst große, früher nur in Narkose mögliche chirurgische Operationen auszuführen, und lieferte an mehr wie 7000 Fällen den Beweis, daß es ungefährlich ist. Ihm folgten Ceci, Hackenbruch und viele andere. Schleich endlich lehrte, wie mit noch mehr verdünnten (0,1—0,2 %) Kokainlösungen, mit Hilfe einer besonderen Technik und in Verbindung mit der Anästhesierung durch Kälte die Anwendung der Kokainanästhesie noch weiter ausgedehnt werden kann. Lösungen mit einem 1 % übersteigenden Kokaingehalt sollten niemals zu Gewebsinjektionen Verwendung finden.

In welcher Dosis dürfen die verdünnten Lösungen injiziert werden? Nur die Erfahrung, nicht irgendwelche Berechnung, wie sie wiederholt versucht wurde, kann hierüber Aufschluß geben. Die ältere Literatur über die Kokainvergiftung handelt nur von konzentrierten Kokainlösungen. Auf die mit der Anwendung derselben gemachten Erfahrungen stützte sich Wölfler, als er die in Deutschland anerkannte Maximaldosis für das Kokain auf 0,05 normierte. Es wurde schon bemerkt, daß diese angebliche Maximaldosis an sich weder vor Vergiftung schützt, noch die Kokainmenge darstellt, welche ohne Gefahr angewendet werden darf. Reclus' große Erfahrungen an mehr als 7000 Kranken scheinen zu beweisen, daß man beim Gebrauch von $^1/_2$—1 % Kokainlösung die Dosis mindestens verdoppeln kann. Denn er selbst geht bis 0,2 und hat, abgesehen von vereinzelten leichten, rasch vorübergehenden Aufregungszuständen, keine Nebenwirkungen gesehen, seit er die Konzentration der Kokainlösungen auf $^1/_2$—1 % herabsetzte. Reclus hält aber folgende Vorsichtsmaßregeln für unerläßlich. Der Kranke darf nur in horizontaler Lage kokainisiert werden, nach der Operation muß er 2—3 Stunden in dieser Lage bleiben, wenn es sich um einen größeren Eingriff gehandelt hat, 20 Minuten nach geringfügigen Operationen. Die Injektionen empfiehlt er, nie bei stillstehender Hohlnadel,

sondern während des Vorschiebens und Zurückziehens derselben auszuführen, um das Eindringen größerer Mengen von Kokain in Venen zu vermeiden. Beim Gebrauch der noch weiter verdünnten Schleich-schen Lösungen mit 0,1—0,2% Kokaingehalt dürfte die Dosis von 0,1 noch viel weniger Bedenken haben. Ein wirksames Mittel zur Verzögerung der Kokainresorption und zur Verhütung von Nebenwirkungen ist, worauf Corning bereits 1885 hinwies, die Unterbrechung des Blutstroms durch Abschnürung an den Extremitäten. Beim Menschen sind schwere Kokainvergiftungen noch gar nicht beobachtet worden, wenn unter Blutleere an den Extremitäten operiert wurde. Es ist vielleicht erlaubt, unter diesen Umständen selbst konzentriertere Kokainlösungen in die abgeschnürten Glieder zu injizieren, wenn hieraus besondere Vorteile erwachsen sollten. Es ist alsdann nur darauf zu achten, daß die abschnürende Binde mindestens 1/2 Stunde liegen bleibt, oder aber man bedient sich des von Dumont, Wyeth, Barton, Mattison empfohlenen Verfahrens, nach Beendigung der Operation die Binde mehrmals für 2—3 Minuten zu lüften, ehe man sie ganz abnimmt, um auf diese Weise das noch in der Extremität vorhandene Kokain allmählich dem Kreislauf zuzuführen. Näheres über die Bedeutung der künstlichen Anämie und anderer, die Resorption verzögernder Mittel für die Lokalanästhesie s. 8. Kap.

Derselbe Gesichtspunkt, der bei der Anwendung von Kokainlösungen zu Gewebsinjektionen maßgebend ist, die Verhütung der schnellen Resorption einer auch nur kleinen Kokaindosis auf einmal, ist in gleicher Weise bei der Anästhesierung resorbierender Oberflächen durch Kokainlösungen besonders zu beachten. Die Anästhesierung einer Schleimhaut, wie die des Auges, der Nase, des Mundes, des Kehlkopfes, erfordert schnell wirkende, konzentrierte bis zu 20% Kokainlösungen. Von irgendwelcher Dosierung des Mittels kann hierbei keine Rede sein, wenn jedoch das Augenmerk darauf gerichtet wird, daß stets nur möglichst kleine Schleimhautflächen auf einmal mit der konzentrierten Kokainlösung behandelt werden, wenn ihr Überfließen aus Mund und Nase in Rachen und Ösophagus verhütet wird, dann werden die schweren Formen der Kokainvergiftung ziemlich sicher zu vermeiden sein. Große, resorbierende Flächen, wie Blasenschleimhaut, Urethra, Skrotalhöhle, Gelenkhöhlen, der Einwirkung konzentrierter Kokainlösungen auszusetzen, ist in hohem Grade gefährlich, wie die Geschichte der Kokainanästhesie zeigt. Es kommt dabei offenbar nicht im geringsten darauf an, wieviel von der betreffenden Lösung in den Hohlraum eingeführt wurde; in dem schon erwähnten

Fall von Berger wurde die in die Skrotalhöhle injizierte Kokainlösung (0,35 Kokain in 2 % Lösung) nach kurzer Zeit wieder abgelassen, trotzdem trat der Tod ein, man kann also doch nicht die Dosis 0,35 Kokain für den unglücklichen Ausgang verantwortlich machen, ebensowenig die in anderen ähnlichen Fällen in die Blase oder Urethra gebrachten Kokaindosen; denn die Blase wurde ebenfalls entleert und ausgespült, aus der Urethra fließt eine injizierte Flüssigkeit größtenteils von selbst ab. Die Unglücksfälle wären also vermutlich auch dann eingetreten, wenn von der angewendeten Kokainlösung nur ein kleiner Teil eingeführt worden wäre. Es ist auch anzunehmen, daß aus 5 ccm einer 5 % oder 10 % Kokainlösung, die man eine gewisse Zeit auf die Blasenschleimhaut einwirken läßt, in dieser Zeit ebensoviel Kokain resorbiert wird, wie aus 10 ccm derselben Lösung; allgemeine oder örtliche (z. B. in der Blase vorhandene Ulzerationen) Verhältnisse mögen im Einzelfall eine besondere Beschleunigung der Resorption und damit den Eintritt der Vergiftung veranlaßt haben. Wir haben uns hier also nicht zu fragen, eine wie große Dosis Kokain in diese Hohlräume eingeführt werden darf, sondern welche Konzentration der Kokainlösung nicht überschritten werden soll. Die Beantwortung dieser Frage ist für Hohlräume, wie Blase, Skrotalhöhle, Gelenkhöhlen, insofern sehr einfach, als deren Innenfläche bei genügend langer Einwirkung einer 0,1—0,2 % Kokainlösung ebensogut anästhetisch wird, als durch 10 % Kokainlösung. Die männliche Harnröhre wird durch 1 % Kokainlösung nach kurzer Zeit unempfindlich, für die großen Hohlräume ist auch diese Konzentration zu vermeiden. Mit jenen verdünnten Lösungen aber können sie in beliebiger Menge angefüllt werden, je nach ihrem Fassungsvermögen. Was davon während ihrer Einwirkung, im Lauf von 20—30 Minuten, resorbiert wird, das kann sich immer nur auf wenige Milligramme Kokain belaufen, denn eine meßbare Abnahme erfährt die Flüssigkeit in dieser Zeit nicht, es handelt sich lediglich um das Kokain, was in die Wandungen des Hohlraumes diffundiert. Deshalb ist es auch ganz einerlei, ob 100, 200, 300 oder mehr Kubikzentimeter injiziert werden. Zentrale Vergiftung ist auf diese Weise ohne Rücksicht auf die angewendete Kokaindosis mit Sicherheit zu vermeiden.

Man hat ferner versucht, durch Zusätze anderer Substanzen die zentrale Wirkung des Mittels zu beschränken. Stuver empfiehlt hierzu Antipyrin (5,0 Kokain, 10,0 Antipyrin, 100 Wasser), Glück Karbolsäure, Parker Resorzin. Ich habe mich bei darauf gerichteten Versuchen weder davon überzeugen können, daß bei Zusatz von 4 %

Karbolsäure zu wässerigen Lösungen von Kokain dessen Giftigkeit verringert, noch daß dadurch beim Menschen seine lokalanästhesierende Fähigkeit gesteigert würde. Gauthier, Thomas und Guitton empfehlen, der Kokainlösung Nitroglyzerin zuzufügen (10 Tropfen einer 1 % Nitroglyzerinlösung auf 10 ccm einer 1 % Kokainlösung), um durch die gefäßerweiternde Wirkung dieses Mittels der gefäßverengernden des Kokains entgegenzuwirken. Da die Gefäßkontraktion nur eine Teilerscheinung der Kokainvergiftung ist, so dürfte dem Mittel höchstens insofern ein Nutzen zugesprochen werden können, als es einer Hirnanämie, wie sie als erstes und oft einziges Symptom einer Kokainintoxikation häufig beobachtet wird, vorübergehend entgegenwirken kann. Anstatt aber ein so differentes Mittel, wie Nitroglyzerin, prophylaktisch und regelmäßig bei der Kokainisierung in den Körper einzuführen, erscheint es wohl zweckmäßiger, sich nur im Fall einer Vergiftung des ähnlich wirkenden Amylnitris zu bedienen, welches im Augenblick, wo es eingeatmet wird, auch die Gefäße des Kopfes zur Dilatation bringt. Am besten aber ist es, Hirnanämie durch Horizontallage nicht erst entstehen zu lassen.

Nach Wölflers Meinung treten Intoxikationen bei Injektion von Kokainlösungen im Gesicht und am behaarten Kopf leichter ein, als bei solchen am Rumpf und an den Extremitäten, weshalb er die Maximaldose für den Kopf auf 0,02 gegen 0,05 für die Extremitäten und den Rumpf normierte. Tierversuche, sowie die Zusammenstellung der publizierten Kokainvergiftungen geben über diese Frage keine Auskunft. Jedenfalls scheint beim Gebrauch weniger konzentrierter Kokainlösungen eine derartige Differenz in der Wirkung nicht zum Ausdruck zu kommen, Reclus beobachtete sie trotz seiner großen Erfahrungen niemals und glaubt, Wölflers Beobachtung finde darin seine Erklärung, daß viele Operationen am Kopf bei sitzender Stellung des Kranken ausgeführt werden.

Wenn oben der Nachweis geführt wurde, daß eine Idiosynkrasie der Menschen gegen Kokain in dem Umfang, wie es zumeist angenommen wird, nicht existiert, und daß die anscheinend regelwidrigen Wirkungen des Mittels meist eben nur anscheinend regelwidrig sind und ihre Erklärung in den Eigenschaften desselben finden, so soll damit selbstverständlich nicht geleugnet werden, daß die Empfindlichkeit des Zentralnervensystems verschiedener Menschen wie gegen andere Nervengifte, so auch gegen das Kokain verschieden ist. Aus dem Vorhandensein einer derartigen undefinierbaren Disposition aber werden sich keine Regeln für die Anwendung des Kokains ableiten lassen.

Wo die Anwendung konzentrierter Kokainlösungen nicht zu umgehen ist, wie in der Laryngologie und Rhinologie, da wird auf die körperliche Beschaffenheit der Kranken Rücksicht genommen werden müssen. Ein Überwiegen der Kokainintoxikation beim männlichen Geschlecht gegenüber dem weiblichen oder umgekehrt hat sich nicht feststellen lassen. Beide Geschlechter können in gleicher Weise von ihr betroffen werden. Kinder sind nach Trzebicki wenig tolerant, nach Felizet (bei Berger) gerade besonders tolerant gegen Kokain. Diese Frage dürfte keine große Rolle spielen, weil die Anwendung der Lokalanäthesie bei Kindern überhaupt nur selten indiziert ist. Zu welchem Zweck z. B. zuweilen Säuglinge kokainisiert worden sind, ist nicht verständlich. Körperlich heruntergekommene, nervöse Kranke, solche, die an schweren Herzfehlern leiden oder durch Schmerzen, Blutverlust und erschöpfende Krankheiten geschwächt sind, Potatoren, hysterische Personen und Epileptiker erheischen bei der Anwendung des Mittels besondere Vorsicht. (Lewin.) Bei vorsichtiger Anwendung aber und insbesondere, wo verdünnte Kokainlösungen den Zweck erreichen lassen, da bilden alle diese Zustände geradezu ein direkte Indikation für die Kokainanästhesie, um die Narkose vermeiden zu können.

Die fortschreitende Erkenntnis der Mechanik der Kokainwirkung hat somit dazu geführt, daß ein an und für sich gefährliches Gift bei zweckmäßiger Anwendung ohne Lebensgefahr für die Kranken zur Anästhesierung bei chirurgischen Operationen selbst größeren Umfangs benutzt werden kann.

Bei geeigneter Prophylaxe wird die Behandlung der zentralen Kokainvergiftung nur selten in Frage kommen. Sie richtet sich, da dem Kokain wirklich antagonistische Mittel nicht bekannt sind, gegen die Symptome der Vergiftung. Man läßt den Kopf tief lagern und nach Schillings Empfehlung die Dämpfe einiger Tropfen Amylnitrit einatmen, ein Mittel, das sich wenigstens in den ersten Stadien der Vergiftung oft bewährt hat. Die Hirnanämie wird dadurch beseitigt, und das Zentralnervensystem vermag infolge reichlicher Blutdurchströmung leichter mit dem Kokain fertig zu werden. Wir sehen ja, daß auch die örtliche Kokainvergiftung in blutreichen Geweben schneller abklingt, als in blutarmen. Gegen die Konvulsionen wird die Darreichung der Narcotica empfohlen, da nach Mossos Tierversuchen die Krämpfe an mit Chloralhydrat, Äther, Chloroform betäubten Tieren ausbleiben. Ganz unbedenklich dürfte diese Therapie beim Menschen nicht sein, jedenfalls dürfen Narcotica nur gegeben werden, solange

ein Erregungszustand vorhanden ist. Geht die Kokainvergiftung über diesen hinaus, macht die Erregung der zentralen Lähmung Platz, so wirken die Narcotica nicht mehr antagonistisch, sondern im gleichen Sinn wie das Gift, das man bekämpfen will. Es dürfte daher ratsam sein, zur Unterdrückung der Konvulsionen ein rasch und flüchtig wirkendes Mittel, z. B. die Äthernarkose, anzuwenden und sie zu unterbrechen, sobald der Zweck erreicht ist. Wichtiger als diese Maßnahmen erscheint bei schwerer Kokainvergiftung Anregung der Herztätigkeit durch Hautabreibungen und Darreichung von Analepticis, innerlich oder subkutan, und vor allem die künstliche Atmung, wenn Lähmung des Atemzentrums droht. Legrand berichtet von einem Fall, wo ein Kranker 1,0 Kokain subkutan genommen hatte und durch fünf Stunden lang fortgesetzte künstliche Atmung am Leben erhalten wurde. Bei Vergiftungen per os ist natürlich eine Magenspülung vorzunehmen. Bei akuter Vergiftung nach Injektion in eine Extremität ist sofort eine Abschnürung derselben durch Gummischlauch oder Gummibinde für etwa eine Stunde vorzunehmen, während nach Injektionen an einer anderen Körperstelle die Abkühlung derselben durch Ätherspray und Eisbeutel zu versuchen wäre, um die schnelle Resorption des Mittels zu verhindern.

Die örtliche Schädigung der Gewebe durch Kokainlösungen. Die Herstellung und Sterilisation derselben.

Mitteilungen über örtliche Schädigungen bei subkutaner oder submuköser Injektion von Kokainlösungen entstammen ausschließlich der älteren Literatur. Einige Male (Strauß, Bousquet, Johnson u. a.) wurde lokale Gangrän an der Injektionsstelle oder deren Umgebung beobachtet, häufig entstanden auch örtliche Ödeme. Unreine Präparate, sekundäre, durch Schimmelpilze verursachte Verunreinigung der Lösungen, mangelhafte Sterilisation derselben oder des Operationsfeldes (Zahnfleisch!) werden meist derartige Zufälle verschuldet haben; auch ist zu beachten, daß hochkonzentrierte Lösungen natürlich die Gewebe mehr irritieren als verdünnte, und daß auch die durch dieselben verursachte Wasserentziehung ein gewebsschädigendes Moment darstellt. Beim Gebrauch verdünnter Kokainlösungen zu Gewebsinjektionen wurden lokale Schädigungen bisher nicht beobachtet. Zu beachten ist, daß die jetzt gebräuchlichen Kokainlösungen von 0,1—1 % quellend wirken, um so mehr, je verdünnter sie sind. Eine 0,1 % wässerige Kokainlösung, in die Cutis injiziert, hinterläßt daselbst als Ausdruck einer Gewebsschädigung ein schmerzhaftes Infiltrat, während dieselbe Lösung,

mit einer entsprechenden Menge Kochsalz versetzt, spurlos resorbiert wird. Um die quellende Wirkung der verdünnten Lösungen ganz auszuschalten, muß ihnen durch Kochsalzzusatz ein Gefrierpunkt gegeben werden, der dem des Blutes (— 0,55 bis — 0,56°) gleich ist. Der Gefrierpunkt einer wässerigen 0,1 % Kokainlösung weicht nur um 2 Zentigrade von der des reinen Wassers ab, der der 1 % Kokainlösung beträgt —0,115°. Durch Kochsalzzusatz von 0,6 % hier, von 0,8 % bei jener werden die Lösungen annähernd osmotisch indifferent und sollten zu Gewebsinjektionen auch nur so verwendet werden. Bei der Schleimhautanästhesierung im Mund, Kehlkopf, in der Nase, der Blase sind Gewebsschädigungen durch Kokainlösungen nicht beobachtet worden; die bei der Kokainisierung des Auges beschriebenen örtlichen Störungen sollen an anderer Stelle abgehandelt werden (11. Kap.).

Wässerige Kokainlösungen sind wenig haltbar und zersetzen sich, während gleichzeitig Schimmelpilze in ihnen wachsen und eine Trübung veranlassen. Je verdünnter die Lösungen sind, um so schneller tritt dieser Vorgang ein, aber auch konzentrierte Lösungen sind ihm unterworfen. Unveränderlich sind auch sterilisierte wässerige Kokainlösungen nicht, während alkoholische Lösungen, wie mir scheint, unbegrenzte Haltbarkeit besitzen. Über die Sterilisation wässeriger Kokainlösung ist folgendes zu sagen. Ein einmaliges schnelles Aufkochen einer kleinen Menge der Lösung führt zu keinem wesentlichen Kokainverlust. Längeres oder wiederholtes Kochen, das Erhitzen einer größeren Menge der Lösung zum Kochen, Sterilisieren im Dampfsterilisator führt stets eine Verminderung des Kokaingehalts und eine geringere Wirksamkeit der Lösung herbei. Diejenigen, welche regelmäßig derartig behandelte Lösungen anwenden, wissen gar nicht, wie frisch hergestellte, nicht gekochte Kokainlösungen wirken. Tuffier empfahl deshalb die fraktionierte Sterilisation bei 60—70°. Dagegen hat Herissey (Reclus) nachgewiesen, daß wässerige Kakainlösung sehr gut eine Sterilisation im Autoklav unter Druck (bei 115—120°) verträgt und, steril und gut verschlossen aufbewahrt, auch eine ziemlich lange Haltbarkeit besitzt. Nach Dufour und Ribaut zersetzt sich jedoch Kokain bei dieser Prozedur, wenn die Sterilisation in gewöhnlichen, alkalisch reagierenden Gläsern vorgenommen wird. Ich halte es immer für das ratsamste, Alkaloid- und namentlich Kokainlösungen kurz vor dem Gebrauch herzustellen. Dann ist man ihrer gleichmäßigen Wirksamkeit sicher. Ein einfaches Verfahren, frische, sterile Kokainlösungen zu gewinnen, hat Mikulicz kürzlich mitgeteilt. Er bringt eine bestimmte Menge Kokain,

in Alkohol gelöst, in einen mit Watteverschluß versehenen, sterilisierten Glaskolben, läßt den Alkohol verdunsten und löst den Rückstand in Wasser oder Kochsalzlösung.

Die Verwendung anderer Kokainverbindungen zur örtlichen Anästhesierung.

Andere Verbindungen als das Kokainum hydrochloricum sind bisher nur sporadisch zur Anästhesierung gebraucht worden. Zunächst die reine, in Wasser fast unlösliche Kokainbase. Bignon glaubt, beobachtet zu haben, daß die anästhesierende Wirkung des Kokains in alkalischen Flüssigkeiten am stärksten hervortritt. Da nun die Lösungen des salzsauren Kokains gewöhnlich freie Säure enthielten, so müßten dieselben neutralisiert werden. Setzt man einer Lösung des Kokainum hydrochloricum kohlensaures Natron im Überschuß zu, so scheidet sich das reine Alkaloid aus und bildet in der alkalischen Flüssigkeit eine äußerst fein verteilte Suspension. Diese Kokainmilch entfaltet nach Bignons Mitteilung die größte anästhesierende Wirkung, muß aber immer frisch bereitet werden. Es trifft heute jedoch nicht mehr zu, daß Kokainlösungen sauer reagieren, sie sind stets neutral. Ich habe die Wirkung einer reinen wässerigen 1 % Lösung von Kokainum muriaticum mit der einer gleichen Lösung, aus der die Kokainbase mit Natriumkarbonat ausgefällt ist, verglichen, indem ich gleiche Quantitäten beider zur Bildung von Hautquaddeln und zur subkutanen Injektion benutzte, und fand, daß die lokalanästhesierende Potenz der Kokainmilch sowohl bei direkter Einwirkung auf die sensiblen Nervenendigungen, als auch in bezug auf Diffusionswirkungen der 1 % Lösung des Kokainum muriaticum weit nachsteht. Beispielsweise betrug die Dauer der Anästhesie in einer Kokainmilchquaddel 12 Minuten, in der Kokainlösungsquaddel mehr wie das doppelte. Werden 0,2 ccm einer 1 % Kokainlösung subkutan in stark abgekühlte Gewebe injiziert, so wird ein ausgedehnter Gewebsbezirk unempfindlich, während die Kokainmilch, in gleicher Weise angewendet, nicht einmal die Haut der Injektionsstelle völlig anästhetisch macht. Man muß sich also davor hüten, Kokainlösungen mit Alkalien zusammenzubringen.

Neuerdings hat das reine Alkaloid Kokain zweckmäßige Verwendung in anderer Form gefunden. Verschiedene Fabriken bringen Tuben mit Chloräthyl in den Handel, in welchen das in diesem Mittel leicht lösliche Alkaloid zu 1—5 % enthalten ist. (Bolognesi und Touchard, Legrand.) Läßt man den Strahl der Flüssigkeit auf die Schleimhaut der eigenen Lippe bis zum Gefrieren einwirken, so be-

obachtet man, daß nach dem Wiederauftauen die infolge der Kälteeinwirkung anfangs aufgehobene Sensibilität wiederkehrt, die Schleimhaut stark hyperämisch wird und nun, etwa fünf Minuten später, allmählich von neuem eine sehr intensive und lange anhaltende Anästhesie entsteht, eine Kokainanästhesie, welche deshalb so intensiv ist, weil das Mittel nach dem Verdunsten des Chloräthyls in sehr fein verteiltem Zustande auf der Oberfläche der Schleimhaut zurückbleibt, und ferner weil in dem zuvor abgekühlten Gewebe seine Resorption verlangsamt wird. Diese Beobachtungen mit Kokainchloräthyl sind für mich die Veranlassung gewesen zu einem eingehenden Studium der Kokainanästhesie in stark abgekühlten Geweben, über dessen Ergebnisse noch weiter berichtet werden wird. Bolognesi und Touchard empfehlen die Methode zur Schleimhautanästhesierung bei Zahnextraktionen, Abszeßeröffnungen im Munde, zur Analdilatation bei Hämorrhoiden und Fissura ani, zur Thermokauterisation an Glans penis und Vulva; sie ist für oberflächliche Operationen an Schleimhäuten auch nach meinen Erfahrungen geeignet und bequem. Daß das in dieser Weise angewendete Kokain aber imstande sei, die unverletzte äußere Haut zu durchdringen, wie Legrand angibt, davon habe ich mich nicht überzeugen können; der Kokain-Chloräthylstrahl, auf die Haut appliziert, wirkt vielmehr nicht anders, als der reine Chloräthylstrahl, d. h. er erzeugt eine Kälteanästhesie, aber keine Kokainanästhesie. Von den von Merck hergestellten Kokainsalzen habe ich Kokainum salicylicum, benzoicum, nitricum und hydrobromicum selbst geprüft und habe nicht bemerkt, daß eins derselben Vorteile vor dem Kokainum muriaticum besäße.

Einige Worte noch über das ebenfalls von Merck hergestellte Kokainum phenylicum. Dasselbe ist keine chemische Verbindung, sondern eine Mischung von Kokain mit reinem Phenol. Viau erhielt durch Zusammenschmelzen von 1 Teil reinem Phenol mit 2 Teilen reinem Kokain bei gelinder Wärme ein Präparat von sirupähnlicher Konsistenz, das, auf die Schleimhaut gebracht, intensiv lokalanästhesierend wirkt, ohne zu ätzen. Praktisch angewendet scheint er dasselbe aber nicht zu haben, sondern nur wässerige Lösungen von Kok. muriaticum mit Karbolzusatz, also etwas wesentlich anderes. Das später von Öfele, Veasey und Kyle empfohlene Kokainum phenylicum wird von Merck nach der Vorschrift Öfeles hergestellt und bildet eine klebrige, halb kristallinische, bräunliche Masse. Es ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in fetten Ölen, namentlich in Rizinusöl, und Alkohol. Seine alkoholische Lösung (Kokaini phenyl. 1,0, Alkohol,

Aquae dest. aa 50,0) ist zu Gewebsinjektionen nicht verwendbar, weil sie die Gewebe intensiv schädigt (Reclus); Hautquaddeln, welche ich mit einer solchen Lösung bildete, wurden gangränös. Die Ätzwirkung dieser Lösung ist nicht durch das Kok. phenylicum, sondern vielmehr durch den Alkoholzusatz bedingt, denn ölige Lösungen des Mittels sind völlig reizlos und zeigen keinerlei Ätzwirkung. Die Injektion von reinem Olivenöl in die Cutis ist schmerzlos, war das Öl aber durch Erhitzen sterilisiert, so ist sie, weil Fettsäuren frei geworden sind, von ziemlich heftigem Schmerz begleitet; im übrigen verhält sich das Öl indifferent, es entsteht in der Hautquaddel keine Aufhebung oder Herabsetzung der Sensibilität, es erfolgt allmähliche Resorption ohne erhebliche Gewebsschädigung. Wird Kokainum phenylicum in dem Öl gelöst, so wird die Injektion auch des sterilisierten Öls in die Cutis schmerzlos, die Resorption erfolgt gleichfalls ohne merkliche Schädigung der Gewebe. Die mit 1 % öliger Kokainphenylatlösung gebildete Hautquaddel wird für lange Zeit (30 Minuten und länger) völlig anästhetisch, 5—10 Minuten nach der Injektion breitet sich die Anästhesie weit über den Bereich der Quaddel aus. Mit Hilfe einer kleinen Quantität 5 % öliger Lösung, subkutan injiziert, kann ein ziemlich ausgedehnter Gewebsbezirk, weit über die Injektionsstelle hinaus, anästhetisch gemacht und die Leitungsfähigkeit von Nervenstämmen für 1 bis 2 Stunden unterbrochen werden. Wichtig ist, daß die konzentrierten öligen Lösungen des Phenylkokains mit ihren sehr intensiven lokalanästhesierenden Wirkungen im Gegensatz zu konzentrierten wässerigen Lösungen des salzsauren Kokains ohne Intoxikationsgefahr zu Gewebsinjektionen Verwendung finden können. Auf die im Verhältnis zum salzsauren Kokain sehr geringe Toxizität des Phenylkokains wies neuerdings Dillenz hin. Seine Versuchskaninchen starben bei subkutaner Injektion von 0,08 Kokain. muriaticum, während bei Tieren ähnlicher Größe erst 0,3 Phenylkokain in öliger Lösung leichte Intoxikation verursachte, und der Tod selbst bei einer Dosis von 0,6 ausblieb. Die Konzentration der Lösungen ist leider nicht notiert. Dillenz berichtet weiter über vergleichende Versuche, Zahnextraktionen durch subgingivale Injektionen wässeriger Lösungen von Kokainum hydrochloricum und öliger Lösung von Phenylkokain schmerzlos zu machen. Er fand, daß die verdünnten Lösungen des salzsauren Kokains die gewünschte Wirkung nicht haben, konzentrierte aber, wie bekannt, sehr häufig Intoxikationen verursachten. Dagegen war die Injektion einer 4—5 % öligen Phenylkokainlösung immer von Erfolg begleitet, während bei zirka 700 Injektionen von 1—6 % Lösung niemals Störungen des All-

gemeinbefindens beobachtet wurden. Ich kann diese Angaben durchaus bestätigen; wenn es gelingt, subgingival beiderseits vom Zahn je $^1/_4$ Spritze 5 % öliger Kokainphenylatlösung zu injizieren, dann ist 5—10 Minuten später meist eine schmerzlose Extraktion möglich.

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß die geringe toxische Wirkung des Mittels weniger dem Phenolzusatz, als dem Umstand zuzuschreiben ist, daß es in öliger Lösung angewendet ist. Denn während wässerige, subkutan injizierte Lösungen sehr schnell auf dem Blutwege resorbiert werden, gelangen ölige Lösungen langsam durch die Lymphbahnen zur Resorption. Man wird das gleiche daher auch beobachten können, wenn man die reine Kokainbase ohne Phenolzusatz in öliger Lösung injiziert. Die Anwendung öliger Lösungen ist leider mit nicht geringen Unbequemlichkeiten verbunden.

2. Tropakokain.

In den Blättern des javanischen Kokastrauches entdeckte Giesel 1891 ein neues Alkaloid, das von Liebermann 1892 als Benzoylpseudotropein erkannt und synthetisch dargestellt wurde, von Chadbourne den Namen Tropakokain erhielt. Zur therapeutischen Verwendung kommt ausschließlich sein salzsaures Salz, ein weißes, leicht in Wasser lösliches, kristallinisches Pulver mit der Formel $C_8H_{14}NOC_6H_5COHCl$. Die Lösungen sind haltbar und lassen sich durch Kochen sterilisieren. Wir bezeichnen das Tropakokainum hydrochloricum der Kürze halber als Tropakokain*).

Die örtlichen und allgemeinen physiologischen Wirkungen des Mittels wurden zuerst von Chadbourne studiert. Er fand, daß Aufträufeln einer 1 % wässerigen Lösung auf das Auge nach einer Minute vollständige Anästhesie der Cornea und Conjunctiva hervorruft, während Mydriasis geringen Grades nur selten, Akkommodationsstörungen nicht eintreten. Ebenso fehlt die anämisierende Wirkung des Kokains. Reizerscheinungen ließ nur das aus den Kokablättern hergestellte Präparat erkennen, während sie dem synthetisch dargestellten Tropakokain abgingen. Auch subkutan injizierte Lösungen des neuen Stoffs erzeugten örtliche Anästhesie. Chadbournes Mitteilungen über die örtlichen Wirkungen des Tropakokains wurden bald von verschiedenen Seiten bestätigt. Das Mittel erwies sich nach den Beobachtungen von Schweigger, Silex, Ferdinands, Bockenham, Groenouw, Rogmann, Veasey u. a. in 2—3 % Lösung als ein sehr brauchbares, reiz-

*) Hergestellt von Merck in Darmstadt.

loses Anästheticum für das Auge. Als Vorteil vor dem Kokain wird das Ausbleiben einer Pupillen- und Akkommodationslähmung bezeichnet. Die Anästhesie tritt sehr rasch ein, ist von kürzerer Dauer als die Kokainanästhesie, kann aber durch erneutes Einträufeln beliebig verlängert werden. Ausgedehntere Anwendung hat das Mittel jedoch in der Augenheilkunde nicht gefunden. Für die Anästhesierung der Rachen-, Nasen- und Kehlkopfschleimhaut ist es nach Seifert weniger geeignet: Es wirke entweder nicht stark genug oder verursache Reizerscheinungen, einige Male beobachtete er profuse Nachblutungen nach seiner Anwendung. Wie das Mittel einen derartigen Einfluß haben kann, ist allerdings nicht ganz klar. Zahnextraktionen können nach den Mitteilungen von Hugenschmidt, Pinet und Viau, Bauer, Zander, Dillenz durch Injektion von 4—5% Lösungen ins Zahnfleisch meist schmerzlos ausgeführt werden. Custer empfahl das Mittel für die Schleichsche Infiltrationsanästhesie, und Schleich bedient sich seiner in Substanz zur Anästhesierung freigelegter Nervenstämme und der Oberfläche seröser Häute (z. B. geöffneter Bruchsäcke).

Eine systematische Untersuchung der örtlichen Wirkungen des Tropakokains durch endermatische Injektion ergibt folgendes. Die Injektion von Tropakokainlösungen (ein indifferentes Lösungsmittel, also 0,8—0,9% Kochsalzlösung, vorausgesetzt) ist völlig schmerzlos bis 2%. Stärkere Lösungen bewirken, wie Kokainlösungen, einen kurzen, spezifischen Reiz. Rein wässerige Lösungen lassen von etwa 0,08% abwärts den Quellungsschmerz des Wassers erkennen. Gefrierpunktsbestimmungen wässeriger Tropakokainlösungen ergeben:

3% Lösung	Gefrierpunkt	—0,395°,
4% „	„	—0,540°,
5% „	„	—0,645°.

Es ist daraus zu entnehmen, daß die physiologische Konzentration des Mittels etwa bei 4% liegt, daß wässerige Lösungen von geringerer Konzentration die physiologischen Erscheinungen der Gewebsquellung, konzentriertere Lösungen diejenigen der Wasserentziehung veranlassen müssen. Verdünntere Tropakokainlösungen erfordern daher, wenn sie zu Gewebsinjektionen gebraucht werden sollen, einen Kochsalzzusatz von 0,6—0,9%. Die durch endermatische Injektion von Tropakokainlösungen entstandenen Quaddeln werden sofort anästhetisch; ich konnte nachweisen, daß noch eine Lösung von 0,01% Tropakokain mit Zusatz von 0,9% Kochsalz merkliche anästhesierende Eigenschaften besitzt. Die Quaddeln zeigen jedoch ein wesentlich anderes Verhalten als Kokainquaddeln. Ich injiziere in die Haut meines Vorderarmes

0,1 % Kokain- und 0,1 % Tropakokainlösung (mit dem entsprechenden Kochsalzzusatz von ca. 0,8 %), so daß nebeneinander liegende, gleichgroße Quaddeln entstehen. Beide werden sofort anästhetisch, aber die Dauer dieser Anästhesie beträgt in der Tropakokainquaddel weniger als die Hälfte wie in der Kokainquaddel, und man muß die Konzentration der Tropakokainlösung gegenüber derjenigen der Kokainlösung um das fünf- bis achtfache erhöhen, wenn beide Quaddeln ungefähr gleichlange Zeit anästhetisch sein sollen. Die Wirkung des Tropakokains ist also, mit der des Kokains verglichen, eine erheblich flüchtigere. Weiter beobachtet man folgendes: Einige Minuten nach der Injektion sieht die Tropakokainquaddel ganz anders aus wie die Kokainquaddel. Letztere hat sich etwas verkleinert, ist flacher geworden; erstere aber hat sich, unter mehr oder weniger starkem Juckreiz, mit unregelmäßigen Konturen nach allen Richtungen hin um das doppelte und mehr vergrößert und über das Niveau der Haut erhoben, ohne daß mit ihrer Vergrößerung eine Ausbreitung des anästhetischen Bezirks verbunden wäre. Sie verschwindet viel später als die Kokainquaddel. Das Tropakokain gehört also zu den S. 66 erwähnten Substanzen, welche ein sekundäres Ödem der Gewebe, in die sie injiziert werden, veranlassen. Einen Nachteil für die praktische Anwendung stellen diese Ödeme nicht dar, da sie sehr schnell wieder verschwinden. Sie haben nichts gemein mit den namentlich von Zahnärzten beschriebenen Ödemen und Infiltraten, die nach Injektion konzentrierter Kokain-, Tropakokain-, Eukain- und anderer Lösungen entstehen. Konzentrierte Tropakokainlösungen zeigen, wenn sie in die Gewebe injiziert werden, sehr ausgedehnte Fernwirkungen, die nur in bezug auf ihre Dauer denen gleichprozentiger Kokainlösungen nachstehen. 5 % Tropakokainlösung, in die Cutis injiziert, macht die Gewebe sehr rasch weit über die Grenzen der direkten Infiltration für kurze Zeit unempfindlich. Bei Infiltration des subkutanen Zellgewebes mit $^{1}/_{2}$ % Tropakokainlösung wird auch die darüberliegende Haut unempfindlich.

Gewebsschädigungen lassen sich nach intrakutaner Injektion von Tropakokainlösungen geringer und mittlerer Konzentration nicht nachweisen. Die injizierten Lösungen werden rasch resorbiert, ohne Spuren zu hinterlassen. Die Blutfülle der mit Tropakokainlösungen infiltrierten Gewebe wird nicht merklich durch das Mittel beeinflußt.

Die Ergebnisse dieser Prüfung zeigen, daß das Tropakokain zu lokalanästhetischen Zwecken vielseitige Verwendung finden kann, wo auf die lange Dauer der Anästhesie nicht viel ankommt. Als minderwertig gegenüber dem Kokain erweist es sich, wenn weitgehende

Diffusionswirkungen verlangt werden, die erst nach Ablauf einer gewissen Zeit durch allmähliche Summation der örtlichen Giftwirkung ihre größte Intensität erreichen können, z. B. bei der Anästhesierung der Schleimhäute durch Oberflächenapplikation. Die örtliche Tropakokainvergiftung hat sich da meist als zu flüchtiger Natur erwiesen, auch fehlt dem Mittel die für die Rhinologie und Laryngologie wichtige anämisierende Eigenschaft des Kokains. Wenn jedoch gleichzeitig Maßnahmen angewendet werden, welche die durch das Tropakokain hervorgerufenen örtlichen Veränderungen festhalten, wie z. B. die Unterbrechung des Blutstroms durch Abschnürung an den Extremitäten, da ist das Tropakokain in bezug auf sein Anästhesierungsvermögen dem Kokain in jeder Beziehung ebenbürtig. Auch in Verbindung mit gleichzeitiger Abkühlung der Gewebe ist Tropakokain, wenn es sich um kurzdauernde Operationen handelt, ein sehr brauchbares Anästheticum. Neuerdings wird Tropakokain von Schwarz u. a. besonders zur Bierschen Lumbalanästhesie empfohlen, wo es bei ausreichendem Anästhesierungsvermögen weniger leicht Nebenwirkungen entfaltet, als Kokain. Die Allgemeinwirkungen des Tropakokains sind denen des Kokains sehr ähnlich, es bewirkt, Tieren in toxischen Dosen gegeben, wie jenes einen Erregungszustand des gesamten Zentralnervensystems mit heftigen kortikalen Krämpfen, denen, wenn nicht der Tod schon vorher eintritt, Lähmung folgt. Die Respiration ist beschleunigt, die Pulsfrequenz steigt, der Blutdruck sinkt, anders wie beim Kokain, das infolge seiner gefäßverengernden Nebenwirkung den Blutdruck erhöht. Die Körpertemperatur erfährt eine Steigerung. Betreffs des Einflusses auf den Vagus waren die Ergebnisse der Chadbourneschen Versuche nicht eindeutig. Der Tod erfolgt nach Einführung tödlicher Dosen durch Lähmung des Atemzentrums, bei intravenöser Injektion, auch schon kleiner Dosen, tritt Herzlähmung ein, ehe es zur Atemlähmung kommt. Erwähnt sei, daß die sehr flüchtige, schnell eintretende, aber auch schnell vorübergehende Wirkung des Tropakokains auch bei allgemeiner Vergiftung deutlich sich äußert. Mir ist es wenigstens bei Versuchen an Kaninchen und Meerschweinchen aufgefallen, wie schnell sich die Tiere, denen an der Grenze der letalen stehende Tropakokaindosen gegeben wurden, erholen; während sie fast unmittelbar nach der Einverleibung des Mittels von den heftigsten Krämpfen befallen werden, zeigen sie oft schon zehn Minuten später wieder ein völlig normales Verhalten.

Die Toxizität des Tropakokains zeigt sich bei Tierversuchen und am Menschen wesentlich geringer als die des Kokains. Das wurde

bereits von Chadbourne und Vamossy, von Pinet und Viau hervorgehoben, später von Dillenz und Custer bestätigt. Custer fand, daß beim Kaninchen erst 0,08 Tropakokain pro Kilo in 5 % Lösung gegen 0,03 Kokain pro Kilo in gleicher Konzentration subkutan injiziert prägnante Vergiftungserscheinungen hervorrufen, und glaubt, daß bei Verwendung stark verdünnter Lösungen (0,1 und 0,2 %) zu Gewebsinjektionen die Maximaldosis höher als 0,5 anzunehmen sei. Ob das richtig ist, kann nur durch Erfahrung am Menschen entschieden werden. Ich habe bei Hunderten von Kranken ½ % Tropakokainlösung in größeren Quantitäten, bis 40 und 50 ccm, zu Gewebsinjektionen gebraucht, ohne daß sich jemals die geringsten Allgemeinwirkungen gezeigt hätten. Ich glaube deshalb, daß 0,2 in ½ bis 1 % Lösung als eine ganz unschädliche Dosis angesehen werden darf. Gewiß kann bei größerer Verdünnung der Lösungen diese Dosis noch erhöht werden. Im übrigen werden zur Verhütung von allgemeiner Vergiftung dieselben Vorsichtsmaßregeln am Platze sein, wie sie bei dem Gebrauch von Kokain zu beobachten sind; es ist zu vermeiden, daß eine größere Menge des Mittels auf einmal in den Kreislauf gelangt. Daher sollen hochkonzentrierte Tropakokainlösungen weder zu Gewebsinjektionen noch zur Behandlung großer, resorbierender Flächen verwendet werden. Die von Reclus für die Kokainanästhesie notwendig gehaltene Horizontallage des Kranken ist bei der Tropakokainisierung nicht erforderlich. Beim Menschen sind bedenkliche Tropakokainvergiftungen noch nicht gesehen worden. Leichte Nebenwirkungen aber, Schwindelanfälle, Blässe, Ohnmachten, Zittern der Extremitäten, Druck in der Herzgegend, Gefühl von Trockenheit im Halse, wurden bei Einspritzung 5—10 % Lösungen auch bei sehr kleiner Dosis von Zahnärzten häufig beobachtet.

Die Sterilisierung von Tropakokainlösungen stößt auf keine Schwierigkeiten. Sie lassen sich beliebig auskochen und sind unverändert einige Zeit haltbar, wenn sie steril aufbewahrt werden. In verdünnten, nicht sterilisierten oder nicht steril gehaltenen Lösungen wachsen oft Schimmelpilze, welche das Alkaloid teilweise zersetzen können.

Es ist zu hoffen, daß der noch immer sehr hohe Preis des Mittels wird reduziert werden können. Er steht seiner Anwendung erheblich im Wege.

3. Eukain.

Eukain (später als Eukain-A bezeichnet) nannte Vinci ein von Merling künstlich dargestelltes Alkaloid, das sowohl nach seiner chemischen Konstitution als seiner physiologischen Wirkung auf den

lebenden tierischen Organismus dem Kokain sehr nahe steht. Das reine Alkaloid, dessen Zusammensetzung durch die Bezeichnung n-Methyl-benzoyl-tetramethyl-γ-oxypiperidinkarbonsäure-methyl-ester wiedergegeben wird, ist in Wasser sehr schwer, leicht in Alkohol, Äther, Chloroform, Benzol löslich. Sein salzsaures Salz, Eukainum muriaticum, kristallisiert in glänzenden, luftbeständigen Blättchen oder Tafeln, die ein Molekül Kristallwasser enthalten, entsprechend der Formel $C_{19}H_{27}NO_4 \cdot HCl \cdot H_2O$. Es löst sich zu etwa 10% in Wasser von Zimmertemperatur. Die Lösungen sind durch Kochen sterilisierbar und haltbar. Die allgemeinen und örtlichen Wirkungen sind die eines intensiven Protoplasmagiftes. Seine von Vinci an Tieren studierten toxischen Wirkungen waren denen des Kokains ähnlich, insofern größere Dosen zunächst heftige Erregung des Zentralnervensystems mit tonischen und klonischen Krämpfen, nachher Lähmung hervorriefen, wenn das Tier nicht im Krampfstadium zugrunde ging. Der Tod erfolgte durch Atemlähmung. Mit dem Kokain verglichen, schien das Eukain etwas weniger giftig zu sein, doch sagt Vinci selbst, daß der Unterschied beider Körper in dieser Beziehung nicht sehr groß sei. Bei Einträufelung 5% Eukainlösung in das Auge, ferner bei subkutaner Injektion entfaltete das Mittel intensive, lokalanästhesierende Eigenschaften. Das letztere wurde von zahlreichen Autoren, die das Eukain praktisch anwendeten, bestätigt, gleichzeitig aber ergab sich, daß es neben örtlicher Anästhesie starke Reizwirkungen und Hyperämie der Gewebe verursacht und deshalb nicht als ein geeignetes Ersatzmittel für das Kokain angesehen werden kann (Heinze, Reclus). Auch die Anwendung von Kokain-Eukainmischungen (Hackenbruch) dürfte keine wesentlichen Vorteile gewähren. In der Tat wird das Eukain jetzt kaum noch gebraucht.

Von erheblich größerem Wert ist ein zweites von Vinci 1897 dargestelltes, dem Tropakokain nahestehendes Alkaloid, Benzoyltransvinyldiazetonalkamin, welches er Eukain-B*) nannte, während das erste Eukain nunmehr die Bezeichnung Eukain-A erhielt. Diese Benennung hat mancherlei Verwechselungen und Irrtümer hervorgerufen, worauf kürzlich Marcinowski hinwies. Die freie Base Eukain-B ist, wie Kokain und Eukain-A, in Wasser fast unlöslich, verbindet sich aber mit Säuren zu wasserlöslichen Salzen, von denen wiederum das salzsaure Salz mit der Formel $C_{15}H_{21}NO_2$-HCl dasjenige ist, welches weitgehende praktische Anwendung gefunden hat. Wir wollen es kurz

*) Hergestellt von der chemischen Fabrik vorm. E. Schering in Berlin.

Eukain-B nennen. Es ist ein weißes, kristallinisches Pulver, das sich zu etwa $3^1/_2\,^0/_0$ in Wasser von Zimmertemperatur löst. Die Lösungen sind haltbar und lassen sich, ohne Zersetzung zu erleiden, kochen. Sie besitzen nach Vinci auch gewisse antiseptische Eigenschaften. Vinci selbst fand ferner, daß die Schleimhaut des Mundes nach Bepinselung mit Eukain-B-Lösung gefühllos wird, daß nach Einträufelung derselben ins Auge schnell Anästhesie der Bindehaut und Cornea eintritt, während die Pupille und die Akkomodation im Gegensatz zum Kokain für gewöhnlich nicht beeinflußt werden, und daß der Applikation des Mittels eine Hyperämie folgt, welche aber viel geringer ist als beim Eukain-A. Das Eukain-B fand sehr bald die vielseitigste Anwendung auf allen Gebieten, wo bisher allein das Kokain als örtliches Anästheticum in Frage kam; zuerst in der Augenheilkunde (Silex), dann in der Urologie (Wossidlo, Legueu), in der Laryngologie und Rhinologie, ferner zu Gewebsinjektionen in der Zahnheilkunde (Dumont, Legrand, Kiesel, Thiesing) und in der allgemeinen Chirurgie (Braun, Heinze, Reclus).

Über die Eigenschaften des Mittels bei örtlicher Anwendung geben die systematischen Untersuchungen Heinzes und des Verfassers Aufschluß. Bei endermatischer Injektion zeigte sich eine fast vollkommene Übereinstimmung mit dem Kokain. Die Injektion der Lösungen ist bei Anwendung eines indifferenten Lösungsmittels vollkommen schmerzlos, selbst $10\,^0/_0$ (durch Erwärmen herzustellende) Lösungen erregen bei der Einspritzung keinen spezifischen Reiz. Die untere Grenze der Wirksamkeit des Mittels liegt sehr tief, wie die des Kokains, denn noch $0{,}005\,^0/_0$ Lösungen ließen an der durch endermatische Injektion entstandenen Quaddel eine deutliche Sensibilitätsstörung erkennen. Die Eukainanästhesie ist meist von etwas geringerer Dauer als die Kokainanästhesie bei gleichartiger Anwendung. Wenn man bei einer Versuchsperson eine Quaddel mit $0{,}1\,^0/_0$ Kokainlösung injiziert, so muß man daneben eine Quaddel mit einer etwa $0{,}15\,^0/_0$ Eukain-B-Lösung machen, wenn in beiden eine ungefähr gleich lange andauernde Sensibilitätsstörung entstehen soll. Konzentriertere (mehr als $1\,^0/_0$) Lösungen machen die Gewebe mehr oder weniger über die Zone der direkten Infiltration hinaus anästhetisch. Die Ausdehnung dieser Diffusionszone ist aber erheblich geringer, als wenn Kokainlösung von gleichem Prozentgehalt injiziert wird. Dementsprechend ist auch die anästhesierende Wirkung des Mittels auf Schleimhäute und Nervenstämme eine langsamere und weniger intensive als diejenige gleichprozentiger Kokainlösungen.

In osmotisch indifferenter und mäßig konzentrierter Lösung injiziert, bewirkt Eukain-B keine Gewebsschädigung. Die durch intrakutane Injektion gebildeten Quaddeln verschwinden rasch, ohne Infiltrate zu hinterlassen. Konzentrierte Lösungen (10 %) werden nicht so reaktionslos von den Geweben, in welche sie injiziert sind, vertragen; es bleiben meist schmerzhafte Infiltrate zurück. Konzentrierte Kokain- und Tropakokainlösungen verhalten sich ebenso. Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl nicht allein das injizierte Mittel, sondern auch die physikalische, wasserentziehende Eigenschaft solcher Lösungen. Rein wässerige Eukain-B-Lösungen sind bei der Injektion ebenfalls schmerzlos bis herab zu 0,04 %, das Anästheticum verdeckt den Quellungsschmerz. Gefrierpunktsbestimmungen von Eukain-B-Lösungen ergeben nämlich

1 %	Gefrierpunkt	. . .	—0,125°
2 %	„	. . .	—0,245°
3 %	„	. . .	—0,36°
4 %	„	. . .	—0,45°.

Die physiologische Konzentration des Mittels liegt also etwa bei 5 %. Verdünntere Lösungen erfordern daher, wenn sie geprüft oder zu Gewebsinjektionen verwendet werden sollen, einen Kochsalzzusatz von 0,6—0,9 % zur Verhütung von Gewebsquellung mit ihren Folgen. Die Injektion von Eukain-B-Lösung ruft einen mäßigen Grad von Hyperämie der infiltrierten Gewebe hervor. Die Ergebnisse einer derartig durchgeführten Prüfung des Anästheticums lassen erkennen, daß die örtlich anästhesierenden Eigenschaften seiner Lösungen im allgemeinen denjenigen von Kokainlösungen mit nur wenig geringerem Prozentgehalt entsprechen, daß aber seine Diffusionswirkungen geringere sind, als die des Kokains, was jedoch ebenfalls durch eine Erhöhung der Konzentration ausgeglichen werden kann. Der Anwendung von Lösungen mit mehr als 3½ % Eukain-B steht an sich nichts im Wege, da sie durch Erwärmung leicht hergestellt werden können, und das Salz auch nach dem Erkalten derselben nicht sogleich ausfällt. Die einem so intensiv und in so großer Verdünnung wirksamen Protoplasmagift, wie dem Eukain-B, unvermeidlich anhaftenden toxischen Allgemeinwirkungen sind von Vinci an Tieren studiert worden. Wie beim Kokain sah er nach großen Dosen einen Erregungszustand des Zentralnervensystems mit Krämpfen und Exophthalmus eintreten, der aber weit geringer als beim Kokain und Eukain-A und oft nur angedeutet war; ihm folgte zentrale Lähmung. Der Tod trat durch Atemlähmung ein, während das Herz noch weiter schlug. Außerdem aber besitzt

das Mittel nach Vinci eine curareartige, lähmende Wirkung auf die peripheren motorischen Nervenendigungen und den Vagus. Die Atmung ist beschleunigt, nur während des Krampfstadiums ist sie unregelmäßig dyspnoisch, im Stadium der Lähmung wird sie oberflächlich. Der Puls ist verlangsamt infolge Einwirkung auf die exzitomotorischen Herzganglien. Der Blutdruck sinkt infolge von Vasomotorenlähmung. Sehr bemerkenswert ist die mit dem Kokain verglichen weit geringere Toxizität des Mittels. Die tödliche Dosis war nämlich nach Vinci, wenn die Lösungen subkutan oder intraperitoneal injiziert wurden,

	Eukain	Kokain	
bei Kaninchen:	0,40—0,50	0,10—0,12	pro Kilo
beim Meerschweinchen:	0,30—0,35	0,05—0,06	„ „

Dolbeau, Schmidt, Dumont und Legrand fanden gleichfalls die für Tiere tödliche Dosis des Eukain-B 3—$3^3/_4$mal größer als die des Kokains. Meine eigenen Versuche ergaben dasselbe, vorausgesetzt, daß die Konzentration der Kokain- und Eukain-B-Lösungen ungefähr die gleiche war. Konzentrierte Eukainlösungen wirken toxischer als verdünnte Kokainlösungen. Dolbeaus Angabe, daß bei intravenöser Injektion Eukain-B ebenso giftig sei als Kokain, konnte ich nicht bestätigen. Mir zeigte sich auch da ein wesentlicher Unterschied zugunsten des Eukain-B. 0,01 Kokain in 1 % Lösung einem Kaninchen von 1500 g Gewicht in die Ohrvene injiziert, veranlaßte eine äußerst schwere, beinahe tödliche Vergiftung; ein gleich schweres Kaninchen, dem 0,01 Eukain-B in gleicher Konzentration intravenös injiziert worden war, ließ keine Vergiftungssymptome erkennen. Wie bei der Kokainvergiftung spielt auch bei der Eukain-B-Vergiftung die Konzentration der angewendeten Lösung eine ganz wesentliche maßgebende Rolle. Einem Kaninchen von 2900 g Gewicht wurden 3 ccm 10 % Eukain-B-Lösung (ca. 0,1 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert. Nach fünf Minuten zeigten sich klonische Krämpfe, denen bald Lähmung der Extremitäten folgte; das Tier lag auf dem Bauch und streckte die Extremitäten von sich, fiel auf die Seite, $1^1/_2$ Stunde später erschien das Tier wieder normal. Einem Kaninchen von 2800 g Gewicht wurden 30 ccm 1 % Eukain-B-Lösung (etwas mehr als 0,1 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert. 15 Minuten später wurde eine leichte Parese der Extremitäten beobachtet, die nach $1^1/_2$ Stunde wieder verschwunden war. Einem Kaninchen von 2750 g Gewicht wurden 300 ccm 0,1 % Eukain-B-Lösung (etwas mehr als 0,1 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert. Es traten keine Vergiftungs-

erscheinungen auf. Einem Kaninchen von 2090 g Gewicht wurden 100 ccm 1 % Eukain-B-Lösung (0,5 pro Kilo) subkutan injiziert. Nach kurzem Krampfstadium trat zehn Minuten später der Tod ein. Einem Kaninchen von 1530 g Gewicht wurden 750 ccm 0,1 % Eukain-B-Lösung (0,5 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut injiziert (natürlich mit Kochsalzzusatz). Es folgte eine leichte Vergiftung ohne Krämpfe mit Parese der Extremitäten. Nach vier Stunden war das Tier wieder normal. Man muß, will man eine klare Vorstellung gewinnen, solche Versuche oft wiederholen. Denn wie beim Kokain beobachtet man, daß nach großen Eukaingaben in konzentrierter Lösung plötzlich einmal bei einem Tier die Vergiftung ganz ausbleibt oder viel milder oder auch schwerer verläuft, als man erwartet. So sah ich, wie 0,3 pro Kilo Eukain-B in 10 % Lösung, einem Kaninchen von 2120 g Gewicht unter die Rückenhaut injiziert, ohne die geringste toxische Wirkung vertragen wurden. Dieselbe Dosis, demselben Tier acht Tage später in gleicher Weise verabreicht, ergab eine äußerst schwere Vergiftung. Diese Differenzen in der Wirkung gleicher Dosen konzentrierter Lösung sind unzweifelhaft veranlaßt durch unkontrollierbare Schwanknngen der Resorptionsgeschwindigkeit des Mittels. Eukainvergiftung tritt eben, wie die Kokainvergiftung, dann ein, wenn auch nur relativ kleine Dosen auf einmal in den Kreislauf gelangen, und bleibt aus, auch bei relativ großen Dosen, wenn das verhindert wird. Für die Anwendung und Dosierung des Eukain-B sind daher dieselben Gesichtspunkte maßgebend wie für die Anwendung und Dosierung des Kokains. Die Maximaldosis des Eukain-B für den Menschen, welche entsprechend der Verdünnung der Lösung erhöht werden kann, vermag nur durch Erfahrungen am Menschen erkannt zu werden. Sie ist ganz sicherlich erheblich größer als die Kokaindosis, welche ohne Allgemeinwirkung vertragen wird. Wenn ich auf meine eigenen, recht umfangreichen Erfahrungen rekurrieren darf, so kann ich sagen, daß ich eine Dosis von 0,1 in 1 bis 2 % Lösung für eine niedrige, sicherlich nicht zu hohe Dosis halte, welche von anderen Autoren wesentlich überschritten worden ist, daß ich von 1/2 % Lösung sehr oft 20—30 ccm (= 0,1 bis 0,15) und von 0,1 % Lösung wiederholt 300 ccm (= 0,3) injiziert habe. Ich habe nie eine Eukain-B-Vergiftung bei Kranken gesehen und halte die genannten Dosen für unschädlich. Vor der Angabe Lohmanns, daß man bis zu 30 ccm 10 % Eukain-B-Lösung (= 3 Gramm!) injizieren dürfe, kann nicht dringend genug gewarnt werden, ebenso vor der Anwendung so hoch konzentrierter Lösungen zu Gewebsinjektionen überhaupt. Ich sollte meinen, es sei nicht nötig, daß wir,

wie beim Kokain, wiederum erst durch lange Erfahrung und Schaden klug zu werden brauchen.

In der Literatur sind nirgends Vergiftungen mit Eukain-B mitgeteilt, abgesehen von den Fällen, wo es zur Bierschen Lumbalanästhesie angewendet wurde. Die üblen Erscheinungen nach Lumbalinjektionen sind aber sicherlich zum allergrößten Teil gar nicht als Resorptionswirkungen, sondern als örtliche Kontaktwirkungen der injizierten Lösungen auf das Zentralnervensystem aufzufassen. Das negative Ergebnis literarischer Studien beweist noch nicht, daß nicht doch Eukainvergiftungen vorgekommen sind. Im allgemeinen scheint man jedoch bei der Anwendung des Mittels die nötige Vorsicht nicht unterlassen zu haben. Marcinowski, dem wir eine eingehende und sorgfältige Studie über das Eukain verdanken, hat an sich selbst nach Injektion einer 5% Eukain-B-Lösung (Dosis ist nicht angegeben) in den Oberschenkel eine leichte Vergiftung beobachtet. Auch ich kann mit einem solchen Erlebnis aufwarten. Ich injizierte zu Versuchszwecken an einen Nervenstamm meines Vorderarms, ich glaube, es war der N. medianus, 1 ccm einer 3% Eukain-B-Lösung (also 0,03!). Nach fünf Minuten stellte sich Übelbefinden, Schwindel und, wie bei Marcinowski, eine eigentümliche Schwere und Schwäche der Glieder ein, welche mich zwang, mich hinzulegen. Nach einer Viertelstunde war allerdings alles wieder in Ordnung. Konzentrierte Lösungen des Eukain-B dürfen ebensowenig zu Gewebsinjektionen verwendet werden wie konzentrierte Kokainlösungen, damit muß man sich abfinden und die Technik so einrichten, daß sie nicht nötig sind. Lohmann nennt 3% Eukain-B-Lösungen „schwache Lösungen“ und sagt, ihre Wirkung sei ungenügend. Daß sie ihm nicht genügten, kann aber doch nur daran liegen, daß die von dem genannten Autor geübte Injektionstechnik ungeeignet war. Ich glaube nicht, daß es jemals nötig und ratsam ist, die Konzentration der Eukain-B-Lösungen von 2% zu überschreiten. Man sollte diese nicht für „schwache“, sondern bereits für konzentrierte Lösungen halten.

Die Vorzüge des Eukain-B vor dem Kokain sind, um das noch einmal hervorzuheben, seine unzweifelhaft milderen toxischen Wirkungen, ferner die Haltbarkeit und leichtere, durch Kochen zu bewerkstelligende Sterilisierbarkeit seiner Lösungen, sein geringer Preis. Nach Reclus kann die Eukainisierung bei sitzender Stellung des Kranken vorgenommen werden, während er für jede Kokainisierung Horizontallage verlangt. Die Nachteile des Eukain-B sind die etwas geringere, örtlich anästhesierende Potenz, welche bei manchen, nicht bei allen

Anästhesierungsverfahren zu einer Steigerung der Konzentration der Lösungen zwingt, und die leicht hyperämisierende Eigenschaft des Mittels. Manche Autoren (Mikulicz) suchen letztere zu vermeiden, indem sie den Eukainlösungen Kokain zusetzen. Hämostatische und hervorragend anästhesierende Eigenschaften besitzt nach Legrand folgende Mischung:

Gelatine	2,0,
Chlornatr.	0,7,
Phenol kristallis.	0,1,
Eukain-B hydrochlor.	0,7,
Kokaini hydrochlor.	0,3,
Aqu. destill.	ad 100,0.

Er empfiehlt diese Mischung namentlich für Zahnextraktionen, wobei die Blutung fast vollständig unterdrückt werde.

Vor einiger Zeit brachte die Firma Schering ein neues Eukain-B-Salz in den Handel, Eukainum aceticum. Dasselbe unterscheidet sich von dem salzsauren Salz durch seine leichte Wasserlöslichkeit (bis zu 33%). Nach Cohn sind seine Wirkungen auf das Auge wenig von denen des Eukainum-B muriaticum verschieden; stärkere als 2% Lösungen riefen allerdings einen unangenehmen Reizzustand hervor. Ich habe das Mittel flüchtig am Gesunden geprüft und ebenfalls gefunden, daß es nicht so reizlos ist wie das salzsaure Eukain-B. Ob daher die konzentrierten Lösungen für die Schleimhautanästhesierung zweckmäßig sind, erscheint zweifelhaft. Will man ein sehr leicht wasserlösliches Eukain-B-Salz haben, so scheint das von mir kürzlich geprüfte milchsaure Eukain-B geeigneter zu sein. In bezug auf sein Anästhesierungsvermögen unterscheidet es sich nicht von dem salzsauren Salz. Reizwirkungen hat es ebensowenig wie dieses.

4. Holokain.

Das Holokain wurde 1897 von Täuber durch Vereinigung molekularer Mengen von Phenazetin und Phenatidin erhalten. Es gehört in die Gruppe der Amidine (p-diäthoxyäthenyl-diphenyl-amidin), ist eine in Wasser unlösliche Base, deren salzsaures Salz in weißen Nadeln kristallisiert und zu 2,5% in Wasser löslich ist. Die Lösungen sind sehr empfindlich gegen Alkalien und müssen daher in Porzellangefäßen hergestellt werden. Sie sind nach Legrand gut haltbar und lassen sich durch Kochen in Porzellangefäßen sterilisieren. Das Mittel ist bisher nur in der Augenheilkunde von Guttmann, Hirschfeld, Denneffe u. a. angewendet worden. Beim Einträufeln von Holokain-

lösung in das Auge entsteht heftiges Brennen, dann eine brauchbare Anästhesie. Auch bei endermatischer Injektion zeigt sich ein starker Reiz, ehe Anästhesie eintritt. Das Holokain besitzt vor dem Kokain und Eukain-B keine Vorteile, darf aber seiner toxischen Wirkungen wegen (schon Dosen von 0,01 pro Kilo rufen beim Kaninchen schwere Krämpfe hervor) nur mit größter Vorsicht angewendet werden. Pouchet verwirft das Mittel, weil die im Handel befindlichen Präparate sich sehr verschieden verhalten. Nach Legrand ist es am besten aus dem therapeutischen Arsenal zu beseitigen.

5. Aneson.

Unter dem Namen Aneson oder Anesin wurde im Jahre 1897 von der Firma Hoffmann, La Roche & Co. in Basel eine ca. 1—2% wässerige Lösung des Trichlorpseudobutylalkohols, auch Azetonchloroform, in England Chloretone genannt, in den Handel gebacht. Azetonchloroform wirkt nach Vamossy in Dosen von $^1/_2$—1 Gramm beim Menschen als ein von jeder unangenehmen Nebenwirkung freies, nach Impens dagegen sehr gefährliches Hypnoticum. Vamossy empfahl es auch als örtliches Anästheticum. Das Aneson des Handels stellt eine klare, farblose Lösung mit dem eigentümlich schimmelartigen Geruch des Azetonchloroforms dar. Ihr Gefrierpunkt ist —0,118, sie erfordert also Kochsalzzusatz zur Verhinderung von Gewebsquellung. Vamossy gibt, zum Teil gestützt auf Mitteilungen von Israi, Grósz, Antal, Bilasko, an, daß das Aneson sowohl bei der Applikation auf Schleimhäute, als auch bei Gewebsinjektionen örtliche Anästhesie hervorrufe und in seiner Wirksamkeit einer 2—2$^1/_2$% Konkainlösung entspreche. Heinze und ich haben daraufhin eine Prüfung der Lösung vorgenommen. Das Aneson ruft bei endermatischer Injektion lebhaften Schmerz hervor, dem eine auf die Quaddel beschränkte Anästhesie von einigen Minuten Dauer folgt. Eine Ausbreitung der Anästhesie über die Grenze des direkt infiltrierten Gebietes findet niemals statt, von einer merklichen Einwirkung auf Schleimhäute haben wir uns nicht überzeugen können, ebensowenig von einer Einwirkung auf Nervenstämme, wie ich einer Mitteilung von Moosbacher gegenüber betonen muß. An den mit Aneson infiltrierten Hautstellen bleiben schmerzhafte Infiltrate zurück. Durch Kochen verliert das Aneson seine Wirksamkeit fast ganz. Wir müssen also die Angabe Vamossys, daß das Mittel einer 2% Kokainlösung mit ihrer enormen lokalanästhetischen Potenz entspreche, durchaus bestreiten. Will man einen Vergleich mit Kokain anstellen, so würde man bei einer etwa

0,05 % Kokainlösung die gleichen örtlich anästhesierenden Eigenschaften finden und könnte, wie Rubinstein und Sternberg, das Aneson gleich einer 0,05 % Kokainlösung zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie brauchen. Werden 100 ccm Aneson (Kostenpunkt im Engrospreis 3 Mark 50 Pf.) einem Kaninchen von 2700 g Gewicht subkutan injiziert, so verfällt dasselbe für 24 Stunden in einen tiefen, todähnlichen Schlaf, Puls und Respiration sind stundenlang kaum noch erkennbar, dann erholt sich das Tier allmählich. 100 ccm einer 0,05 % Kokainlösung (Kostenpunkt Bruchteile eines Pfennigs) bewirken niemals irgendwelche Allgemeinerscheinungen. Ich halte deshalb das Aneson als Lokalanästheticum für obsolet.

6. Akoin.

Mit dem Namen der Akoine wurde von Trolldenier eine Reihe dem Holokain verwandter chemischer Verbindungen (Alkyl-oxyphenylguanidine) bezeichnet. Das Akoin des Handels*) ist das salzsaure Salz eines dieser Guanidine. Sein chemischer Name ist Di-p-anisyl-mono-p-phenetyl-guanidinchlorhydrat. Dieses Akoin bildet ein weißes, kristallinisches Pulver, geruchlos, von bitterem Geschmak, in kaltem Wasser zu 6 % löslich, sehr leicht in Alkohol löslich. Die Lösungen wirken stark antiseptisch. Trolldeniers Untersuchungen des Mittels, die er teils an Tieren, teils an sich selbst und anderen gesunden Personen vornahm, ergaben, daß es ein Anästheticum mit außerordentlich starken und langdauernden Wirkungen ist. An Augen von Kaninchen wirkte es schon in Lösungen von 1 : 2000 anästhesierend; Einträufelung einer 1 % Lösung erzeugte Gefühllosigkeit von ca. $^3/_4$ Stunde, einer 5 % Lösung solche von mehr als 24 Stunden Dauer. Reizwirkungen zeigten sich erst bei mehr als 1 % Lösungen. An den Augen von Pferden und Hunden ergaben 1 % Lösungen brauchbare Anästhesie, am menschlichen Auge war die Anästhesie weniger gut, der Reiz stärker. Endermatische Injektion am menschlichen Körper rief Quaddelanästhesie hervor, welche auffallend lange Zeit, bei einer Konzentration von 0,05 % (mit entsprechendem Kochsalzzusatz von 0,8 %) 35 Minuten, bei einer Konzentration von 0,1 % 40 Minuten andauerte. Ich habe gleich nach der ersten das Akoin betreffenden Mitteilung Trolldeniers eine systematische Prüfung der örtlichen Wirkungen des Mittels durch endermatische Injektion am gesunden Menschen vor-

*) Gefunden und hergestellt von der chemischen Fabrik von Heyden in Radebeul bei Dresden.

genommen und bestätigt gefunden, daß es eine Quaddelanästhesie von ganz ungewöhnlicher Stabilität hervorruft.

Konzentration der Lösung.
(Lösungsmittel 0,8 % Kochsalzlösung):

5%—1%	0,5%	0,2%	0,1%	0,05%	0,01%	0,005%	0,0025%
viele Stund.	2 Stdn.	1 Stde.	30—40 Min.	20—26 Min.	10 Min.	6 Min.	4 Min.

Dauer der Quaddelanästhesie.

Die Dauer der Akoinanästhesie ist um das vielfache größer, als die durch Kokainlösungen gleicher Konzentration bewirkte. Setzt man zu indifferenten Kochsalzlösungen Akoin in Menge von 0,0005 % hinzu, so zeigt sich bei Quaddelprüfung immer noch eine deutliche Sensibilitätsstörung. Die untere Grenze der Wirksamkeit des Mittels läßt sich also noch erheblich weiter verfolgen als diejenige des Kokains.

Bei der Quaddelprüfung zeigt sich sehr deutlich noch ein anderer Unterschied von Kokain und den übrigen örtlich anästhesierenden Mitteln. Wärend bei diesen nämlich die Anästhesie der Cutis im Bereich der Quaddel augenblicklich nach der Injektion entsteht, vergehen nach der Injektion von Akoinlösungen einige Sekunden, bis zu $^1/_2$ Minute und länger, ehe die Anästhesie des infiltierten Gewebes vollkommen ist. Die von dem Mittel in der Nervensubstanz hervorgerufenen Veränderungen entstehen also langsamer, sind aber weit stabiler als bei der örtlichen Kokainvergiftung. Die Injektion von Akoinlösungen niedriger Konzentration ist von einem geringen, leicht erträglichen Schmerz begleitet. Gewebsschädigungen lassen die sehr verdünnten Lösungen nicht erkennen; schon $^1/_2$ % Lösungen jedoch hinterlassen schmerzhafte Infiltrate an der Injektionsstelle, 5 % Lösungen bewirken teilweise Gangrän der Quaddeln.

Die durch Diffusion zustande kommenden Fernwirkungen von Akoinlösungen (bei der Applikation auf Schleimhäute, bei der Anästhesierung von Nervenstämmen) erweisen sich dagegen als wesentlich geringer, als die von Kokainlösungen gleicher Konzentration. Das Akoin ist selbstverständlich ein schweres Gift, bei dessen Anwendung die größte Vorsicht am Platze ist. Der anscheinend nur auf Fütterungsversuche bei Tieren gestützten Angabe Trolldeniers gegenüber, daß man der geringen Giftigkeit des Mittels .wegen selbst große Mengen gefahrlos werde injizieren können, muß man sich durchaus skeptisch verhalten. Ihr steht bereits die Mitteilung Thiesings gegenüber, nach dessen Versuchen die tödliche Akoindosis für Kaninchen bei subkutaner

Injektion viel geringer sei, als die tödliche Kokaindosis (0,15 Kokain in 1% Lösung, gegen 0,08 Akoin in 1% Lösung). Ich will meine eigenen Versuche, die ich vor einigen Jahren an Kaninchen ausführte, hier kurz mitteilen:

1. Kaninchen von 1220 g Gewicht. Subkutane Injektion von 6 ccm 2% Akoinlösung (= 0,1 pro Kilo) unter die Rückenhaut: Nach 10 Minuten Parese der Vorderbeine, dann der Hinterbeine. Bald vollständige Lähmung und hochgradig erschwerte Atmung. Diese Erscheinungen hielten 4 Stunden an, wobei anscheinend das Bewußtsein völlig erhalten war. Dann erholte sich das Tier ziemlich schnell.

2. Kaninchen von 1070 g Gewicht. Subkutane Injektion von 2,5 ccm einer 2% Akoinlösung (= 0,05 pro Kilo) unter die Rückenhaut. Nach 20 Minuten ähnliche Symptome, aber weniger intensiv und nur eine Stunde andauernd.

3. Kaninchen von 2150 g Gewicht. Injektion von 13 ccm 2% Akoinlösung (= 0,12 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut. Kurz dauernde, vereinzelte Krämpfe, dann Lähmung. Nach 24 Stunden lebte das Tier noch, völlig gelähmt, und wurde durch Chloroform getötet.

4. Kaninchen von 1270 g Gewicht. Subkutane Injektion von 160 ccm 0,1% Akoinlösung (mit Zusatz von 0,8% Kochsalz) (= 0,12 pro Kilo). 20 Minuten später schwere Vergiftung. Lähmung der Extremitäten. Nach 6 Stunden erholt sich das Tier wieder.

5. Kaninchen von 1800 g Gewicht. Subkutane Injektion von 270 ccm 0,1% Akoinlösung (mit Zusatz von 0,8% Kochsalz) (= 0,15 pro Kilo). Schwerste Vergiftung mit Lähmung aller Körpermuskeln. Tod nach 2 Stunden an Atemlähmung.

6. Kaninchen von 1300 g Gewicht. Subkutane Injektion von 200 ccm 0,1% Akoinlösung (mit Zusatz von 0,8% Kochsalz) (= 0,16 pro Kilo). Nach 20 Minuten Parese der Extremitäten, nach 2 Stunden totale Lähmung bei erhaltenem Bewußtsein. Nach 20 Stunden lebt das Tier noch, völlig gelähmt, und wurde getötet.

7. Kaninchen von 1590 g Gewicht. Subkutane Injektion von 13 ccm 2% Akoinlösung (= 0,164 pro Kilo). Nach 10 Minuten Unfähigkeit, die Extremitäten koordiniert zu bewegen. Erschwerte Respiration. Nach 15 Minuten kurze Krämpfe, dann Lähmung, anscheinend bei erhaltenem Bewußtsein. Nach 20 Minuten Exitus letalis an Atemlähmung.

8. Kaninchen von 3040 g Gewicht. Subkutane Injektion von 25 ccm 2% Akoinlösung (= 0,164 g pro Kilo). Exitus unter gleichen Erscheinungen nach 2 Stunden.

9. u. 10. Dosen von 0,2 und 0,7 pro Kilo in 2% Lösung führten nach wenigen Minuten zum Exitus.

Genauere pharmakologische Untersuchungen des Akoins sind meines Wissens noch nicht vorgenommen worden, ich kann also nur vermuten, daß das Mittel vielleicht eine periphere, curareartige Lähmung, ähnlich dem Eukain, hervorruft. Indessen lassen die oben geschilderten Versuche doch einige allgemeine Schlüsse zu, die von Interesse sind. Auch die Symptome der allgemeinen Akoinvergiftung

zeigen die schon bei der örtlichen Akoinvergiftung gefundene Tatsache, daß die Veränderungen, die das Mittel hervorruft, sehr stabil sind. Mittlere Dosen, welche nicht den sofortigen Tod der Tiere verursachten, bewirkten einen entsetzlichen Zustand von Vergiftung, der noch nach 20 und 24 Stunden unverändert anhielt und uns zwang, die Tiere zu töten. Allgemeine Kokain-, Eukain-, Tropakokainvergiftungen pflegen, wenn überhaupt, dann sehr schnell überstanden zu werden. Ein weiterer Umstand von Interesse ist der, daß die gleiche Dosis des Mittels in konzentrierter und verdünnter Lösung gar nicht sehr verschieden wirkt, also der Konzentration der Lösung nicht die Bedeutung beizumessen ist, wie bei Anwendung von Kokainlösungen. Die Ursache dieser Erscheinung scheint mir auf der Hand zu liegen: die große Stabilität der an den vergifteten Organen eintretenden Veränderung führt eben auch bei verlangsamter Resorption durch allmähliche Summierung der Giftwirkung schließlich denselben Zustand herbei, wie wenn die gleiche Dosis schnell resorbiert worden wäre. Und endlich zeigen die Versuche, daß die toxischen Wirkungen des Akoins außerordentlich heftige, gewiß nicht geringere als die des Kokains sind. Angesichts dieser scheußlichen, langdauernden Akoinvergiftungen, bei denen die Tiere nicht leben und sterben können, erscheint das Kokain in der Tat als das bei weitem unschuldigere Mittel. Es ist daher gewiß ratsam, Thiesings Maximaldosis von 0,025 nicht zu überschreiten.

Praktisch angewendet wurde Akoin zuerst von Darier. Er fand, daß subkonjunktivale Injektionen von Cyanquecksilber, welche sonst heftige und langdauernde Schmerzen verursachen, sich schmerzlos ausführen lassen, wenn den Lösungen des Medikaments kleine Mengen einer 1 % Akoinlösung zugesetzt werden. Mit Kokain war dies seiner kurzdauernden Wirkung wegen nicht zu erreichen. Der Wert des Akoins für den Zweck subkonjunktivaler Injektion ist von verschiedenen Augenärzten (Guibert, Carter, Hirsch, Etiévant) bestätigt worden und kann wohl als gesichert gelten. Die Zahnärzte Senn, Nipperdey, Bab, Thiesing empfehlen die subgingivale Injektion ½—2 % Akoinlösungen zur Lokalanästhesie bei Zahnextraktionen, Bab in Verbindung mit Kokain. Die Wirksamkeit einer ½ % Akoin und ½ % Kokain enthaltenden Lösung kommt nach seiner Erfahrung der einer 5 % Kokainlösung gleich. Spindler endlich rühmt die langdauernde Wirkung einer 0,1 % Akoinlösung bei der Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Zu diesem Zweck habe auch ich Lösungen, welche 0,05—0,1 % Akoin und 0,1 % Eukain-B enthalten (selbstver-

ständlich mit dem üblichen Kochsalzzusatz von 0,8%), längere Zeit hindurch bei allerlei größeren Operationen angewendet. Ich habe Eukain-B zugesetzt, weil der allerdings an und für sich geringe, aber doch manchen Kranken unangenehme Akoininjektionsschmerz dadurch fast ganz aufgehoben wird. Es ist ein unzweifelhafter Vorteil, daß das Mittel die infiltrierten Gewebe für mehrere Stunden unempfindlich macht. Insbesondere war mir die Akoinlösung zur Ausführung von Hämorrhoidaloperationen von Wert erschienen, bei denen die gewöhnlichen Kokain- und Eukainlösungen oft nicht ausreichen. Ich habe bis zu 0,05 und etwas darüber Akoin pro Dosi gebraucht, ohne einen Schaden zu bemerken. Ich trage jedoch Bedenken, mehr als $^1/_4$ bis $^1/_2$% Akoin enthaltende Lösungen zu Gewebsinjektionen anzuwenden, weil sie ohne Frage Gewebsschädigungen verursachen müssen und sich in den meisten Fällen ausreichende lokalanästhetische Effekte mit den anderen Mitteln ohne Gewebsschädigung erzielen lassen.

Wie sein Verwandter, das salzsaure Holokain, ist auch das Akoin in seinen Lösungen äußerst empfindlich gegen Alkalien und wird durch Spuren derselben, wie sie z. B. von Glas beim Kochen abgegeben werden, gefällt. Deshalb sind gewisse Vorsichtsmaßregeln beim Herstellen der Lösungen notwendig. Es darf nur sterilisiertes Wasser verwendet werden, und die Lösung wird am besten in Porzellangefäßen kalt oder unter vorsichtiger Erwärmung vorgenommen, dann die nötige Kochsalzmenge zugesetzt. Die fertigen Lösungen lassen sich durch Kochen beliebig sterilisieren, ohne daß eine Zersetzung eintritt, und sind haltbar, wenn sie in dunklen Gläsern, die vorher in Salzsäure ausgekocht und mit destilliertem Wasser nachgespült sind, aufbewahrt werden. Es ist vorteilhaft, sich eine auf diese Weise hergestellte 1—2% wässerige Akoinlösung vorrätig zu halten, welche vor dem Gebrauch verdünnt wird. Zur Herstellung der von mir verwendeten Eukain-Akoinlösungen bediente ich mich einer Vorratslösung von 25 Teilen Akoin in 100 Teilen absolutem Alkohol, welche ebenfalls haltbar ist. 6 Tropfen von ihr enthalten ungefähr 0,05, 12 Tropfen ungefähr 0,1 Akoin, welche der 0,1% Eukainlösung kurz vor dem Gebrauch zugesetzt wurden. Zur Herstellung konzentrierter, also z. B. 1% Akoinlösungen ist diese alkoholische Stammlösung natürlich nicht verwendbar, weil die Gebrauchslösung dann zu viel Alkohol enthalten würde. Die in Sodalösung ausgekochten Spritzen und Kanülen müssen durch Auswaschen mit Wasser sorgfältig von dem Alkali befreit werden, wenn mit ihnen Akoininjektionen gemacht werden sollen. Nach der Einführung des Suprarenins habe ich das Mittel nicht mehr gebraucht

und halte es ebenfalls, wenigstens für die operative Lokalanästhesie, für obsolet, weil sein einziger Vorteil, die langdauernde Anästhesie, durch Kokain-Suprareninmischungen sich viel besser erreichen läßt.

7. Anästhetica der Orthoformgruppe.*)

a) Orthoform.

Lange Zeit ist es eine offene Frage gewesen, ob zur Hervorrufung lokaler Anästhesie das vollständige Kokainmolekül notwendig sei, oder ob auch dessen Spaltungsprodukte die gleiche Wirkung zeigten. Filehne**) hat sie infolge des Umstandes, daß das aus dem Kokain gewonnene Alkaloid Ecgonin, ohne mit der Benzoesäure verkuppelt zu sein, gänzlich wirkungslos ist, während dagegen auch andere, in keiner Beziehung zum Kokain stehende Alkaloide durch Aufnahme der Benzoylgruppe in ihre Konstitution kokainartige Eigenschaften gewinnen, dahin beantwortet, daß zur Hervorbringung von Anästhesie das Vorhandensein der Benzoylgruppe in der betreffenden Verbindung unbedingt nötig sei. Ehrlich***) dagegen kommt zu der Ansicht, daß die anästhesierende Wirkung nur an gewisse Körper der Kokainreihe gebunden sei, und zwar an diejenigen, in denen der Ecgoninäther bestimmte Säureradikale aufgenommen hat, die man zweckmäßig als anästhesiphore bezeichnen könne.

Angeregt durch diese Untersuchungen kamen Einhorn und Heinz bei ihren Experimenten zu dem Ergebnis, daß es ein geradezu charakteristisches Merkmal aller aromatischen Amidooxyester sei, lokale Anästhesie zu erzeugen. Unter diesen Körpern wiederum ruft die vollkommenste Anästhesie der p-Amido-m-Oxybenzoesäuremethylester, dem die Genannten den Namen Orthoform beilegen, hervor. Es stellt ein weißes Pulver dar, in Wasser nur sehr wenig löslich, worauf der größte Vorzug desselben beruhe; denn damit sei es nur langsam resorbierbar, und es erfülle somit die Haupteigenschaft eines für Wunden, Geschwüre, Verbrennungen, Rhagaden, Exkoriationen usw. verwendbaren Lokalanästheticums; es anästhesiere dieselben dadurch, daß es als nur wenig löslicher Körper an Ort und Stelle liegen bleibt und so beständig zur Einwirkung gelangt, in unbeschränkter Dauer. Auch wirke es stark antiseptisch.

Das Orthoform entfaltet seine anästhesierenden Eigenschaften nur, wo es mit bloßliegenden Nervenendigungen zusammenkommt, dann aber

*) Fabriziert von den Höchster Farbwerken.
**) Berliner klin. Wochenschr. 1887. S. 107.
***) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft. 1894. S. 1870.

erstrecken sie sich über viele Stunden und Tage. Die Haut und resistente Schleimhäute vermag es infolge seiner Schwerlöslichkeit nicht zu durchdringen. Das Mittel ist anscheinend wenig giftig, Heinz konnte Tieren 4—6 Gramm innerlich oder subkutan beibringen, ohne daß schädliche Wirkungen sich zeigten. Soulier und Guinard fanden als letale Dosis bei Hunden, intern gegeben, 1,0 pro Kilo, intraperitoneal verabreicht, 0,25 pro Kilo. Die Erscheinungen sind denen der Kokainvergiftung ähnlich.

Für die örtliche Anästhesie bei Operationen ist das Orthoform praktisch nicht verwendbar, da sich Lösungen schwer herstellen lassen und sich leicht zersetzen (Heinze), wohl aber ist es auf Empfehlung von Klaußner und Neumayer in Substanz oder in Form von Salben zur Schmerzlinderung bei offenen Wunden, Brandwunden, Kehlkopf- und Kornealgeschwüren, Ulcus ventriculi, zur Beseitigung des Nachschmerzes nach Zahnextraktionen, gegen pulpitische Schmerzen, bei sensiblem Dentin, bei schmerzhaften Unterschenkel-, Decubitus- und Karzinomgeschwüren meist mit gutem Erfolg, oft lange Zeit hindurch und in großen Quantitäten ohne Schaden gebraucht worden. Später zeigten sich indessen bisweilen Nebenwirkungen meist am Ort der Applikation, erysipelatöse Rötung der Haut, Schwellung, Blasenbildung, lokale Gangrän (Asam, Brocq, Wunderlich, Miodowski, Stubenrauch), Ekzeme, welche manchmal größere Teile des Körpers befielen (Friedländer, Graul). Friedländer stellte 18 Fälle zusammen, wo auch Allgemeinerscheinungen, Schwindel und Erbrechen, nach Orthoformgebrauch auftraten. Unangenehme örtliche Nebenwirkungen der gedachten Art sind namentlich bei der Behandlung von Unterschenkelgeschwüren mit dem Mittel sehr häufig beobachtet worden. Es darf daher nur mit Vorsicht angewendet, seine Wirkung muß bei den einzelnen Kranken erst ausprobiert werden. Zur Behandlung schmerzhafter Schrunden der Brustwarze bei stillenden Frauen darf es nach Pouchet nicht gebraucht werden, weil es dem Säugling schädlich sein könne. Derselbe Autor weist darauf hin, daß Orthoform stark reduziert, daher nicht mit Argentum nitricum zusammen angewendet werden darf, aus dem es freie Salpetersäure abspaltet.

b) „Orthoform neu“.

Mit diesem geschmackvollen Namen wurde der m-amido-p-oxybenzoesäuremethylester bezeichnet. Das Präparat ist ein gleichmäßig feines Pulver, das sich weniger zusammenballt und billiger ist als Orthoform, von dem es sich in seinen Wirkungen und Nebenwirkungen sonst nicht unterscheidet.

c) Nirvanin.

Da die löslichen Salze des basischen Orthoforms sämtlich infolge ihrer sauren Reaktion stark reizen und deshalb für die örtliche Anästhesie nicht geeignet waren, versuchten Einhorn und Heinz weiter, die Amidoatomgruppe der Amidoester und Oxyamidoester, deren sekundäre Bedeutung für die anästhesierende Wirkung der Verbindungen sie vermuteten, durch andere Atomgruppen zu ersetzen, und fanden in dem salzsauren Diäthylglykokoll-p-Amido-o-Oxybenzoesäuremethylester ein in Wasser leicht lösliches Salz, das örtlich anästhesierende Eigenschaften besitzt, dessen Lösungen neutral reagieren und antiseptisch wirken. Es erhielt den Namen „Nirvanin“. Es stellt ein weißes, kristallinisches Pulver dar. Seine Lösungen sind haltbar und können durch Abkochen sterilisiert werden.

Eine Prüfung der mit 0,8% Kochsalz versetzten Nirvaninlösungen bei endermatischer Injektion ergab folgendes. Die Injektion ist schmerzhaft, dann tritt Anästhesie der Quaddel ein. Die untere Grenze der Wirksamkeit zeigt eine Lösung von etwa 0,05%, welche noch eine deutliche Herabsetzung der Sensibilität verursacht. Sie hat also ungefähr die zehnfache Konzentration wie eine eben noch wirksame Kokainlösung. Auch sonst zeigt sich, daß das Anästhesierungsvermögen von Nirvaninlösungen demjenigen von Kokainlösungen von ungefähr zehnmal niedrigerer Konzentration entspricht, auch in bezug auf die Dauer der Anästhesie. Wenn man bei einer Versuchsperson nebeneinander zwei Quaddeln macht, die eine mit 0,1% Kokainlösung, die andere mit 1% Nirvaninlösung, so ist die Dauer der Anästhesie in beiden ungefähr die gleiche. Eine Fernwirkung, also z. B. Ausbreitung der Anästhesie über die Quaddel hinaus, eine Anästhesie der Haut bei subkutaner Injektion, ist selbst bei Anwendung 5% Nirvaninlösungen sehr wenig ausgesprochen, jedenfalls eine noch geringere, als sie 0,5% Kokainlösungen zeigen. Gewebsschädigungen lassen Nirvaninlösungen nicht erkennen; sie bewirken eine mäßige Hyperämie.

Die bei der praktischen Anwendung von Nirvaninlösungen gewonnenen Erfahrungen entsprechen den Ergebnissen der systematischen Prüfung vollkommen. Das Anästhesierungsvermögen auch der 5% Nirvaninlösung ist zu gering, um für die Applikation auf die Oberfläche von Schleimhäuten einen wirksamen Ersatz für Kokainlösungen zu bieten. Für das Auge sind sie schon ihrer Reizwirkung wegen nicht geeignet. Die mit 0,25—1% Nirvaninlösungen infiltrierten Gewebe werden anästhetisch, das Mittel kann daher für die Infiltrationsanästhesie gebraucht werden. Nach Luxenburger sind 2% Nir-

vaninlösungen besonders geeignet für die Leitungsunterbrechung von Nervenstämmen. Meine Untersuchungen und Erfahrungen über diesen Punkt decken sich indessen vollkommen mit denen Hölschers. Die Wirksamkeit einer an einen Nervenstamm injizierten Nirvaninlösung kann gar nicht verglichen werden mit der einer Kokainlösung gleicher Konzentration. 2—5 % Nirvaninlösungen wirken weniger schnell als 0,2—0,5 % Kokainlösungen und bewirken erst nach langer Wartezeit bei gleichzeitiger Abschnürung der Extremitäten eine Leitungsunterbrechung, verdünntere Lösungen wirken gar nicht mehr. Der mit der Nirvanininjektion verbundene Schmerz ist eine höchst unangenehme Beigabe. 5 % Nirvaninlösung wird ferner zu subgingivaler Injektion bei Zahnextraktionen empfohlen. Rothenberger wendete sie in 164 Fällen an und konnte nach einer Wartezeit von 3—5 Minuten in 155 Fällen eine schmerzlose Zahnextraktion bewerkstelligen. Stubenrauch verließ die 5 % Lösung wieder, weil ihre Injektion seinen Kranken zu große Schmerzen verursachte, und konnte nach subgingivaler Injektion 2 % Lösung ebenfalls meist schmerzlos Zähne extrahieren. In Fällen aber, wo die Alveolarteile sehr dick waren, oder Periostitis bestand, versagte das Mittel.

Über toxische Nebenwirkungen des Nirvanins ist folgendes zu bemerken. Nach Luxenburger rufen beim Kaninchen erst 0,22 pro Kilo allgemeine Vergiftung hervor, nach Joanin verhält sich die Toxizität des Kokains zu der des Nirvanins wie 1 : 7,5. Didrichson fand jedoch ein für das Nirvanin weniger günstiges Verhältnis. Er fand auch eine kumulierende Wirkung des Mittels und beobachtete, daß dasselbe nicht im Verhältnis zum Körpergewicht der Tiere toxisch wirke: große Tiere leiden selbst nach kleinen Dosen, und umgekehrt vertragen kleine Tiere oft unverhältnismäßig große Dosen. Die Vergiftungssymptome bestehen wie bei allen diesen Mittteln in Exzitation mit folgender Lähmung. Große Dosen erregen heftige Krämpfe. Als Maximaldose für den Menschen geben Einhorn und Heinz 0,5 an, Luxenburger berechnet 0,55. Da die örtlich anästhesierenden Wirkungen einer Nirvanindosis etwa derjenigen einer zehnmal kleineren Kokaindosis entsprechen, so scheint mir der Vorteil des Mittels in dieser Beziehung ein recht zweifelhafter zu sein. Bis zu 0,5 Nirvanin und etwas darüber hat Luxenburger u. a. bei Kranken häufig verbraucht ohne Nebenwirkungen. Floeckinger beobachtete nach einer Dosis von etwas über 0,5 Schwindel, Nausea, Flimmern; Erscheinungen, welche durch 2 mg Strichnin rasch beseitigt wurden. Dorn berichtet von einer Patientin, welche nach der Injektion von $^3/_4$ ccm einer 5 %

Nirvaninlösung Streckkrämpfe, Kopfschmerzen, Schwindel, Ohrensausen bekam. Ich möchte glauben, daß dem Nirvanin aus den angegebenen Gründen eine große Zukunft nicht bevorsteht, und daß Kokain, Eukain und Tropakokain viel bessere örtliche Anästhetica sind.

d) Anästhesin und Subkutin. (Ritsert.)

Ein weiteres, zur Orthoformgruppe gehöriges Produkt, der p-amidobenzoesäureester, ist von Ritsert dargestellt worden und kommt unter dem Namen Anästhesin in den Handel. Dasselbe ist ein feines, weißes, kristallinisches, nicht hygroskopisches Pulver, welches, auf die Zunge gebracht, alsbald stumpfes Gefühl erzeugt. Es ist schwer löslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und fetten Ölen und läßt sich mit Fetten aller Art zu Salben verarbeiten, ohne sich zu zersetzen. Das Mittel ist nach Binz und Kobert ungiftig und hat sich nach den Mitteilungen von von Noorden und Lengemann als ein Anästheticum erwiesen, das, in ähnlicher Weise wie Orthoform angewendet, langdauernde schmerzstillende Wirkungen entfaltet, während ihm die Nebenwirkungen des Orthoforms nach den bisherigen Erfahrungen zu fehlen scheinen. von Noorden empfiehlt es innerlich (Tagesdosis 2,5 g) 10—15 Minuten vor der Nahrungsaufnahme bei nervöser Hyperästhesie des Magens und Ulcus ventriculi, in Form von Insufflationen und Inhalationen bei Kehlkopfhyperästhesie, als Trochisci bei Schlingbeschwerden und Hustenreiz, als Suppositorien bei Tenesmus und schmerzhaften Hämorrhoidalknoten, als Bacilli (0,3) bei Blasenzwang, als Salbe (mit Adeps lanae 10 %) bei Pruritus, namentlich der Diabetiker. Kassel rühmt die Wirkung von Inhalationen (Anästhesin 20,0, Menthol 10,0—20,0, Olei olivarum 100,0) bei Kehlkopfhyperästhesie, Lengemann, Henius, Becker die Schmerzlinderung bei Erysipel, bei Verbrennungen und beim Touchieren schmerzhafter Granulationsflächen, wenn dieselben zuvor mit Anästhesin allein oder mit Mischungen desselben mit Dermatol bestreut worden waren. Schädliche Nebenwirkungen wurden auch hierbei nicht beobachtet.

Lösungen des salzsauren Anästhesins ($^1/_4$ %) sind von Dunbar und Rammstedt zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie und Leitungsanästhesie an den Fingern mit Erfolg gebraucht worden. Die für Gewebsinjektionen am meisten geeignete Anästhesinverbindung schien das von Ritsert dargestellte paraphenolsulfosaure Anästhesin, Subkutin genannt, zu sein. Es ist ein weißes, kristallinisches Pulver, das sich zu 1% in Wasser löst, haltbare Lösungen gibt und beim Kochen sich nicht zersetzt. Die Lösungen reagieren stark sauer. Nach

Becker können 0,8—1% Subkutinlösungen zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie und zur Leitungsanästhesie an den Fingern gebraucht werden. Eine von mir vorgenommene Quaddelprüfung der 0,8% Subkutinlösung mit Zusatz von 0,7% Kochsalz hatte das von Becker mitgeteilte Ergebnis: die Injektion ist nicht schmerzhaft, das infiltrierte Gewebe wird sofort anästhetisch, die Dauer der Anästhesie ist etwas länger als die einer gleichzeitig mit 0,1% Kokainlösung hergestellten Quaddel. Außerdem zeigte sich aber bei allen Versuchspersonen, daß die Subkutininjektion keineswegs reaktionslos, wie Kokainlösung, von dem Gewebe vertragen wird. Ausnahmslos bleiben am Ort der Subkutinquaddel schmerzhafte Infiltrate zurück, von deren Oberfläche sich zuweilen sogar ein Epidermisbläschen abhebt, die sicheren Zeichen einer durch das Mittel hervorgerufenen Gewebsschädigung. 1½ ccm der Subkutinlösung ringförmig subkutan um das Grundglied des abgeschnürten vierten Fingers injiziert, ergab erst nach 25 Minuten vollständige Anästhesie des Fingers. Die Injektion hatte heftige Beschwerden (Schwellung, Schmerzen) zur Folge, so daß von weiteren Versuchen Abstand genommen wurde. Ich halte das Subkutin nicht für ein zu Gewebsinjektionen geeignetes Mittel.

8. Stovain.

Fourneau in Paris fand bei einer Reihe von Substanzen, die der Gruppe der Amidoalkohole angehören, örtlich anästhesierende Eigenschaften. Ein Derivat dieser Körper, chemisch als α-dimethylamin-β-benzoylpentanol-chlorhydrat charakterisiert, wird von Billon unter dem Namen Stovain in den Handel gebracht und von französischen Autoren, namentlich auch von Reclus, als Ersatzmittel für Kokain warm empfohlen.

Stovain kristallisiert in kleinen weißen, glänzenden Blättchen und ist sehr leicht in Wasser löslich. Die Lösungen sind durch Kochen sterilisierbar. Bei 120° zersetzt sich das Mittel. Seine pharmakologischen Eigenschaften wurden von Billon und Pouchet im Tierversuch studiert. Es ist, gleich dem Kokain, ein zentrales Nervengift. Bei Herbivoren sieht man nach Einverleibung toxischer Dosen in einigen Fällen allgemeine Analgesie eintreten ohne andere nervöse Symptome. In anderen Fällen, stets bei Hunden und Katzen, treten diese in den Vordergrund. Man beobachtet Paralyse der Extremitäten, Inkoordination der Bewegungen, Kreisbewegungen, zentrale tonische und klonische Krämpfe, welche unmittelbar oder nach einem komatösen Stadium durch Atemlähmung zum Tode führen. Die Körpertemperatur ist bei

Meerschweinchen subnormal, bei Hunden und Katzen normal oder erhöht. Auf den Herzmuskel wirkt das Mittel erregend, auf die Blutgefäße nach Billon dilatierend. Nach Pouchet macht die anfängliche Gefäßdilatation und Blutdruckerniedrigung bald normalem Verhalten des Blutdrucks und der Gefäßfüllung Platz. In 4 % Lösung auf einen freigelegten Nervenstamm gebracht, unterbricht das Mittel dessen Leitung, aber nicht so vollständig wie Kokain (Pouchet). Läwen hat jedoch festgestellt, daß bereits eine 5 % Stovainlösung, auf den freigelegten Froschischiadicus gebracht, eine irreparable Schädigung der Nervenleitung verursacht und hält auch nach Vergiftung des Nerven mit einer 4 % Lösung bis zur Unerregbarkeit eine Wiederkehr der vollen Erregbarkeit für ausgeschlossen. Die Toxizität des neuen Mittels wird als 2—3 mal geringer als die des Kokains angegeben. Ausgedehntere Erfahrungen über seine praktische Anwendung zu Gewebsinjektionen liegen nur von Reclus vor, der sich für das Stovain sehr begeistert hat. Er gebraucht es in 1/2—1 % Lösung für die von ihm geübte Form der Infiltrationsanästhesie, hält 0,2—0,3 für eine innerhalb der Grenzen absoluter Gefahrlosigkeit liegende Dosis und rühmt es als vollkommenen Ersatz für Kokain. Zur Oberflächenanästhesierung von Schleimhäuten ist Stovain bisher nur wenig verwendet worden. Einträufelung einer 1/2—2 1/2 % Lösung in den Konjunktivalsack ist nach Lapersonne schmerzhaft, und die folgende Anästhesie ist nicht so vollkommen und nicht so andauernd wie die Kokainanästhesie.

Ich habe das Mittel zunächst an mir und gesunden Personen mittels intrakutaner und subkutaner Injektion einer Prüfung unterzogen und mit Kokain verglichen. Die Ergebnisse der Prüfung sind folgende.

0,1 % Lösung mit Zusatz von 0,8 % Kochsalz. Intrakutane Injektion am Vorderarm. Injektion etwas schmerzhaft. Die Quaddel wird sofort anästhetisch, die Dauer der Anästhesie beträgt 5—6 Minuten. Hyperämie der Injektionsstelle. Die Dauer der Anästhesie einer nebenan mit 0,1 % Kokainlösung angelegten Quaddel beträgt 15 Minuten.

1 % Lösung mit Zusatz von 0,6 % Kochsalz. Injektion recht schmerzhaft. Sehr starke, andauernde Hyperämie der Injektionsstelle. Dauer der Anästhesie etwa 8 Minuten, an der nebenan mit 1 % Kokainlösung angelegten Quaddel etwa das dreifache. Ausgesprochene sichtbare Gewebsschädigungen zeigen die Injektionsstellen nicht, so reaktionslos wie Kokainquaddeln verschwinden aber die Stovainquaddeln keineswegs.

5 % und 10 % Stovainlösung. Intrakutane Injektion. Injektion außerordentlich schmerzhaft. Die eingetretene Quaddelanästhesie verschwindet nicht wieder, die Quaddel wird in toto bis in das Unterhautzellgewebe gangränös.

Bei Injektion 1 % Stovainlösung subkutan am Vorderarm in die Umgebung

des N. radialis superficialis zeigt sich eine deutliche Einwirkung des Mittels auf die periphere Endausbreitung des Nerven. Mit der Wirkung einer Kokainlösung oder auch Eukain- oder Tropakokainlösung gleichen Prozentgehalts ist sie nicht zu vergleichen. Bei Injektion von Stovainlösung in einen abgeschnürten Finger erzielt man die gleichen Wirkungen, wie mit einer Kokainlösung von viel geringerer Konzentration. Die Finger bleiben aber tagelang schmerzhaft und geschwollen, während die Injektion von Kokain, Tropakokain oder Eukain-B keine nennenswerte Reaktion hinterläßt.

Das Stovain hat also nach meinen Untersuchungen auch noch in 1% Lösung gewebsschädigende Wirkungen. Bei Injektion von 2% Lösung sah Sinclair 4mal Gangrän eintreten. Der Erklärung Reclus', im Stovain sei zum erstenmal ein Mittel gefunden worden, welches das Kokain ersetzen könne, kann ich nicht beistimmen. Denn das Anästhesierungsvermögen des Eukains und Tropakokains ist nicht geringer wie das des Stovains, während letzteren die jenem anhaftenden bedenklichen örtlichen Nebenwirkungen fehlen. Über die Anwendung des Mittels zur Medullaranästhesie siehe 9. Kapitel.

9. Alypin.

Dies kürzlich von Impens empfohlene Mittel steht dem Stovain sehr nahe. Stovain ist das salzsaure Salz des Benzoyläthyldimethylaminopropanol, Alypin ist das salzsaure Salz des Benzoyläthyltetramethyldiaminopropanol und entsteht aus dem ersten durch Ersatz eines Wasserstoffatoms durch die Gruppe $N(CH_3)_2$. Bezüglich der chemischen und pharmakologischen Eigenschaften des Alypins verweise ich auf Impens' Mitteilung. Gehen wir gleich an die Prüfung des Mittels, dessen farblose Kristalle im Wasser sehr leicht löslich sind, dessen neutrale Lösungen sich durch Kochen sterilisieren lassen.

Versuche mit Alypin.

1. 0,1 prozentige Alypinlösung mit Zusatz von 0,8% Kochsalz. Bildung einer Hautquaddel am Vorderarm einer gesunden Versuchsperson. Die Injektion ist schmerzhaft. Die Quaddel wird sofort anästhetisch. Nach etwa 11 Minuten kehrt die Sensibilität zurück. Die Quaddel wird gleich nach der Injektion leicht hyperämisch. An der Injektionsstelle bleibt mehrere Stunden ein stark hyperämisches Infiltrat zurück.

2. Kontrollversuch mit 0,1 prozentiger Kokainlösung mit Zusatz von 0,8% Kochsalz. Bildung einer Quaddel neben der Alypinquaddel. Die Injektion ist schmerzlos. Die Quaddel wird sofort anästhetisch. Nach etwa 15 Minuten kehrt die Sensibilität zurück. Die Quaddel ist anämisch, es bleibt kein Infiltrat, keine Hyperämie zurück.

3. 1 prozentige Alypinlösung mit 0,8% Kochsalzzusatz. Bildung einer Hautquaddel. Die Injektion ist schmerzhaft. Die Quaddelanästhesie hält ungefähr 20 Minuten an. An der Injektionsstelle bleibt ein mehrere Tage nachweisbares, empfindliches Infiltrat zurück.

4. Kontrollversuch mit 1 prozentiger Kokainlösung mit Kochsalzzusatz. Die Injektion ist schmerzlos. Die Anästhesie hält etwa 25 Minuten an. Die injizierte Lösung wird resorbiert, ohne Spuren zu hinterlassen.

4. 5 prozentige Alypinlösung. Bildung einer Hautquaddel. Injektion recht schmerzhaft. Die sich über die Quaddelgrenze ringsherum etwas ausbreitende Anästhesie hält ungefähr 37 Minuten an. An der Injektionsstelle hebt sich die Epidermis in Form einer kleinen Blase ab. Eine oberflächliche Schicht der Cutis wird gangränös. Von der Injektion 10 prozentiger Lösung wurde deshalb abgesehen.

5. 1 prozentige Alypinlösung. Injektion von 1 ccm in Form eines quergestellten Streifens unter die Haut des Vorderarmes. Nach zehn Minuten zeigt sich deutliche Einwirkung auf die von der Lösung getroffenen subkutanen Hautnerven, in deren Ausbreitungsgebiet starke Herabsetzung, teilweise sogar Aufhebung der Sensibilität entsteht. Weitere 15 Minuten später ist die Sensibilität wieder normal.

Es handelt sich demnach, gleich dem Stovain, um ein Mittel mit sehr starken örtlich anästhesierenden Eigenschaften. Die der Injektion folgende Hyperämie der Injektionsstelle ist gering. Die Toxizität des Mittels ist nach Impens wesentlich geringer wie die des Kokains, was bis jetzt auch durch praktische Erfahrungen bestätigt ist. Leider ist die Injektion des Mittels schmerzhaft, und die intrakutane und subkutane Injektion ist von unverkennbarer Gewebsschädigung begleitet. Letztere ist nicht so augenfällig wie bei Injektion von Stovainlösung. Auch hat Läwen festgestellt, daß im Gegensatz zum Stovain die Funktion eines bis zur Unerregbarkeit mit 5 % Alypinlösung vergifteten Nervenstamms durch Auswaschen völlig wieder hergestellt werden kann. Trotz alledem, Gewebsschädigungen sind nachweisbar bei subkutaner und intrakutaner Injektion. Zu einer Verwendung des Alypins in dieser Richtung liegt also kein Bedürfnis vor, da uns andere Mittel ohne die erwähnte örtliche Nebenwirkung zu Gebote stehen. Damit ist nicht gesagt, daß das Mittel, in anderer Form gebraucht, sehr nützlich sein kann. Die Arbeiten von Seifert und Ruprecht lassen hoffen, daß für die Rhinologie und Laryngologie ein so sehr wünschenswerter Ersatz für Kokain im Alypin gefunden ist. Auch aus dem Gebiet der Ophthalmologie (Seeligsohn, v. Sicherer, Hummelsheim, Jakobsohn, Best, Zimmermann u. a.) und der Urologie (Joseph und Kraus, Lucke, Lohnstein) liegen günstige Berichte über das Mittel vor.

10. Novokain.

Die chemischen Eigenschaften dieses neuen, von Einhorn entdeckten Mittels sind nach den mir von den Höchster Farbwerken zur Verfügung gestellten Mitteilungen folgende:

Das Präparat ist das Monochlorhydrat des p-Aminobenzoyldiäthylaminoäthanols, mit der Formel:

$$
\begin{array}{c}
NH_2 \\
| \\
C_1 \\
HC \quad\quad CH \\
| \quad\quad\quad | \\
HC \quad\quad CH \\
{}^4C \\
| \\
COO \cdot C_2H_4 \cdot N(C_2H_5)_2,\ HCl.
\end{array}
$$

Das Salz kristallisiert aus Alkohol in Nädelchen, welche bei 156° schmelzen. Es löst sich im Verhältnis 1 : 1 in Wasser zu einer neutral reagierenden Flüssigkeit; an kaltem Alkohol sind zur Lösung etwa 30 Teile erforderlich. Aus der wässerigen Lösung fällen ätzende und kohlensaure Alkalien die freie Base als farbloses, bald kristallinisch erstarrendes Öl aus; mit Natriumbikarbonatlösung dagegen läßt sich die wässerige Lösung ohne Trübung mischen. Die freie Base kristallisiert aus verdünntem Alkohol mit zwei Mol. Kristallwasser, aus Äther oder Ligroin in wasserfreien, glänzenden Prismen. Der Schmelzpunkt der wasserhaltigen Base liegt bei 51°, der der wasserfreien bei 58—60°. Mit allgemeinen Alkaloidreagentien, wie Jodjodkalium, Kaliumquecksilberjodid, Pikrinsäure, gibt das Präparat selbst in stark verdünnter Lösung noch Niederschläge. Die wässerige Lösung des Novokains läßt sich, ohne daß das Präparat eine Zersetzung erleidet, aufkochen; sie bleibt auch bei tagelangem Stehen in lose verstopften Glasflaschen vollständig klar.

Die pharmakologische Untersuchung des Novokains durch Biberfeld ergab folgendes. Das Präparat anästhesiert im Tierexperiment sehr gut und prompt: die 0,25 % Lösung reicht aus, um in etwa 10 Minuten einen freigelegten Nervenstamm zu anästhesieren. Lokal hat es sonst gar keine Nebenwirkung, insbesondere fehlen selbst bei Anwendung sehr konzentrierter Lösungen jegliche Reizerscheinungen; auch in Pulverform kann man das Präparat auf frische Wunden oder an zarte Gewebe, wie die Cornea, bringen, ohne daß eine Reizung eintritt, während z. B. Stovain, in dieser Weise appliziert, die Gewebe sofort verätzt. Die allgemeinen Wirkungen sind bei mittleren Dosen sehr gering. 0,15—0,2 pro Kilo subkutan gegeben, verursachen bei Kaninchen, die am Kymographion Blutdruck und Atmung aufschreiben, fast gar keine Änderung der Kurven. Bringt man das Präparat intravenös bei, so sinkt der Blutdruck, und die Atmung wird verlangsamt und verflacht. Die Blutdrucksenkung wird durch Beeinflussung des vasomotorischen Zentrums hervorgerufen, das Herz leidet anscheinend gar

nicht; eine peripherische Wirkung auf die Gefäße hat sich nicht nachweisen lassen. Die toxischen Wirkungen sind geringer als bei allen bisher bekannten Mitteln.

Dosis letal. pro Kilo Körpergewicht bei subkutaner Injektion

	Kokain	Stovain	Novokain
Kaninchen	0,05—0,1	0,15—0,17	0,35—0,4
Hund	0,05—0,07	0,15	0,25 (noch nicht tödlich)

bei intravenöser Injektion

	Kokain	Stovain	Novokain
Katze	0,018	0,025—0,05	0,15 (noch nicht tödlich)

Läwens Untersuchungen ergeben, daß die Funktion eines mit 5% Novokainlösung bis zur Unerregbarkeit vergifteten Nervenstamms nach Auswaschen des Medikaments schnell zurückkehrt.

Meine Prüfung des neuen Mittels hatte folgende Ergebnisse.

1. 0,1 prozentige isotonische Novokainlösung. Bildung einer Hautquaddel am Vorderarm. Die Injektion ist schmerzlos. Die Quaddel wird sofort anästhetisch. Die Anästhesie ist jedoch, ähnlich wie beim Tropakokain, von sehr kurzer Dauer, nach 3 bis 5 Minuten bereits kehrt die Sensibilität wieder zurück. Es entsteht keine Hyperämie. Die Quaddel verschwindet ohne Hinterlassung einer Spur.

2. 0,5- und 1 prozentige Novokainlösung. Bildung von Hautquaddeln. Injektion schmerzlos. Dauer der Quaddelanästhesie 10, bzw. 15 Minuten. Die Quaddeln verschwinden, ohne eine Spur zu hinterlassen. Keine Hyperämie.

3. 5- und 10 prozentige Novokainlösung. Bildung von Hautquaddeln. Injektion bei 5% schmerzlos, bei 10% ganz geringer Reiz. Dauer der Quaddelanästhesie ungefähr 17, bzw. 27 Minuten. Sehr geringe Hyperämie der Injektionsstelle. Die Quaddeln verschwinden, ohne eine Spur, ein Infiltrat, eine empfindliche Stelle zu hinterlassen.

4. 1 prozentige Novokainlösung. 1 ccm davon wird subkutan am Vorderarm in der Gegend des N. radialis superfic. injiziert. Die Haut über der Injektionsstelle zeigt kurze Zeit herabgesetzte Sensibilität. Ein deutlicher Einfluß auf die peripherischen Nervenverzweigungen läßt sich nicht erkennen.

5. 0,5 prozentige Novokainlösung. Abschnürung des fünften Fingers mit Gummischlauch. Injektion von 1 ccm der Lösung zirkulär in das Unterhautzellgewebe des Grundgliedes des Fingers. Nach 11 Minuten ist der Finger bis an seine Spitze völlig gefühllos geworden. Abnahme des Gummischlauchs. Bereits fünf Minuten später kehrt die Sensibilität zurück. Der Versuchsfinger zeigt keinerlei nachträgliche Schwellung oder Empfindlichkeit.

Demnach haben wir es mit einem örtlichen Anästheticum zu tun mit starker, jedoch im Vergleich zu anderen Mitteln flüchtiger Wirkung, ähnlich dem Tropakokain. Wir begegnen aber, zum erstenmal seit der

Entdeckung des Eukains, wieder einem Anästheticum mit geradezu idealer Reizlosigkeit. Auch 10prozentige Lösungen des Mittels werden bei endermatischer Injektion resorbiert, ohne Spuren am Ort der Einverleibung zu hinterlassen. Eine peripherische Einwirkung auf Gefäße findet nicht statt, wie auch Biberfeld bemerkte. 10prozentige Lösungen bewirken einen leichten Reizzustand mit geringer Hyperämie, wie ihn jede andere konzentrierte, hyperosmotische Salzlösung durch ihre physikalischen Eigenschaften ebenfalls verursacht.

Auf Grund dieser Untersuchungen habe ich (Deutsche medizinische Wochenschrift 1905, Nr. 42) mein Urteil dahin abgegeben, daß das Novokain für sich allein seiner nachher auch von Läwen experimentell bestätigten flüchtigen Wirkungen wegen nicht mit dem Kokain nach irgend einer Richtung werde konkurrieren können. Weitere Untersuchungen und Erfahrungen an einem großen Krankenmaterial haben nun gezeigt, daß nach Verdoppelung der vom Kokain gebräuchlichen Konzentration der Lösungen und unter gleichzeitiger Zuhilfenahme der ja auch für die Kokainanästhesie unentbehrlich gewordenen, im nächsten Kapitel zu besprechenden Hilfsmittel der Lokalanästhesie (Suprarenin) das Novokain bei Gewebsinjektionen ein ideales Anästheticum ist, welches überall das Kokain nicht nur ersetzen kann, sondern auch wegen der Möglichkeit, viel größere Mengen stark wirkender anästhesierender Lösungen ohne Schaden einspritzen zu können, die Sicherheit der örtlichen Anästhesierung wesentlich erhöht hat. Toxische Wirkungen habe ich beim Menschen selbst bei Dosen von 0,4 und 0,5 nicht beobachtet. Seitdem wird auf meiner Abteilung Kokain zu Gewebsinjektionen nicht mehr verwendet. Meine Erfahrungen sind von Danielsen, Heinecke und Läwen, Sachs und Schmidt bestätigt worden. Für die Schleimhautanästhesierung in der Rhinologie und Laryngologie scheint das Novokain weniger wertvoll zu sein, wie aus dem Bericht von Ruprecht zu entnehmen ist, und wie mir verschiedene Spezialisten mündlich und schriftlich mitgeteilt haben. Aus der Ophthalmologie liegt ein günstiger Bericht von Gebb vor.

11. Andere Anästhetica.

Daß der Karbolsäure, welche zu den wenigen Stoffen gehört, für die die unverletzte Haut durchlässig ist, anästhesierende Eigenschaften innewohnen, war längst bekannt. So empfiehlt bereits Pirrie bei ausgedehnter Verbrennung Karbolsäurekompressen (Karbolsäure 1, Öl 6), wodurch nach 10 Minuten Schmerzlosigkeit eintrete. Van der Weyde bemerkt, daß man in Amerika seit langer Zeit Karbolsäure zur Be-

seitigung von Zahnschmerzen in hohlen Zähnen verwendet, und Rae teilt mit, daß heftig schmerzende Bienenstiche durch hypodermatische Injektion von Karbolsäure (1 : 100) sofort schmerzlos würden. Für chirurgische Zwecke wandten sie zuerst Bill und Smith an in Form von Umschlägen und Bepinselungen der Haut. Smith bepinselte die Haut des Vorderams mit 85 % Karbolsäurelösung; es entstand ein etwa eine Minute anhaltendes Brennen, und dann konnte man durch die ganze Dicke der Haut ohne jede Empfindung einen Schnitt führen. Auch bei Eröffnung oberflächlicher Panaritien wandte er sie als lokales Anästheticum mit Erfolg an. Die Beobachtung unzweifelhaft lokalanästhesierender Wirkung in 1—3 %, subkutan injizierter Lösung, deutlicher als bei Morphiumeinspritzungen, teilt auch der Bericht der k. k. Krankenanstalt Rudolfstiftung in Wien (1875, 1876, S. 293 bis 296) mit, und Caspari wendet 2 % Karbolsäure zu subkutanen Injektionen mit sehr gutem Erfolge an. Endlich sei noch erwähnt, daß in neuester Zeit Walser sehr energische lokale Anästhesie durch Spray mit 3 % Karbollösung erhielt, ebenso empfiehlt Richardson als örtliches Anästheticum Äther sulf. 75,0, Acid. carbol. 0,3 in Sprayform, wodurch eine weit intensivere Wirkung eintrete als bei reinem Schwefeläther, und Schleich betupft umschriebene Schleimhautstellen und in einer Operationswunde freiliegende Nervenstämme, die unempfindlich werden sollen, mit 5 % Karbollösung. Über Phenylkokain s. S. 105. Die stark reizende Karbolsäure wird heute kaum noch als Lokalanästheticum in Frage kommen, da wir für diesen Zweck besser geeignete Mittel kennen gelernt haben.

Außer den bisher erwähnten Substanzen sind nun noch einer großen Zahl anderer Mittel mit mehr oder weniger Recht örtlich anästhesierende Fähigkeiten zugesprochen worden. Über das Saponin ist S. 12 das nötige gesagt. Mays fand, daß Brucin, ein das Strychnin begleitende Alkaloid, in 5—20 % Lösung, ähnlich wie Kokain, die Sensibilität der Cornea aufhebt. Seiss bestätigte diese Beobachtung und wendete das Mittel in 5 % Lösung bei Furunkeln des Gehörgangs, bei suppurativer Entzündung des Mittelohrs, mitunter auch vor Einführung von Instrumenten in das Ohr an, wie er angibt, mit Erfolg. Weitere Erfahrungen über das Mittel liegen nicht vor.

Stenokarpin oder Gleditschin, ein angebliches Alkaloid aus den Blättern der Gleditschia triacanthus, sollte nach den Untersuchungen von Goodmann und Claiborne auf das Auge mydriatisch und lokalanästhesierend wirken. Indessen ist durch Novy der Nachweis erbracht worden, daß es sich um einen industriellen Humbug gehandelt hat,

und daß die als 2 % Gleditschinlösung vertriebene Flüssigkeit ein Gemenge von Kokainchlorhydrat, von Atropinsulfat und Salizylsäure gewesen ist. Das Vorhandensein eines Alkaloids in der Gleditschia wird überhaupt bestritten.

Lokalanästhesierende Eigenschaften fanden ferner Steinach und Panas bei Strophantin, letzterer auch beim Ouabain, Lewin beim Erythrophlaein, Rommel beim Erythrophlaein, Helleborin, Convallamarin, Adonidin, Graefe und Wolffberg beim Dionin, Buffalini beim Peronin, Bussenius und Müllerheim bei sehr zahlreichen anderen Substanzen, welche ebensowenig wie die eben genannten zur praktischen Anwendung geeignet sind wegen ihrer örtlich reizenden und die Gewebe schädigenden Nebenwirkungen und zum Teil, weil sie bereits in kleinster Dosis als schwere Gifte auf den Gesamtorganismus wirken. Das Erythrophlaein ist trotzdem vorübergehend praktisch versucht worden, hat im Jahr 1888 eine kleine Literatur entstehen lassen und gab Liebreich Veranlassung zur Aufstellung des Paradoxon „Anaesthetica dolorosa". Eine ebenso ephemere Literatur hat L. Championnière durch seine Empfehlung des Guajakols als Lokalanästheticum hervorgerufen. Es ist, da es äußerst heftig reizt und bei Gewebsinjektionen Gangrän verursacht, durchaus ungeeignet für die Lokalanästhesie. (Reclus.) Desgleichen das von O'Followell dargestellte Guajacyl. (Heinze.) Antipyrinlösungen, welche zwar nach Heinzes Untersuchungen zu Gewebsinjektionen nicht verwendbar sind, werden von Lydston (10% Antipyrinlösung mit Zusatz von 1% Phenol) zur Anästhesierung der Schleimhaut der Blase und Harnröhre empfohlen. Kocher braucht zur Anästhesierung der Kehlkopfschleimhaut eine Lösung von 5% Kokain mit 5% Antipyrin und 1% Karbolsäure.

In neuerer Zeit sind bei einem von Dalma aus der indischen Pflanze Gasu-Basu dargestellten Alkaloid, Nerrocidin genannt, angeblich intensive örtlich anästhesierende Eigenschaften entdeckt worden. Etwas weiteres, als was schon Dumont erwähnt, habe ich über dieses Mittel nicht erfahren können.

Endlich fand Magnani, daß das in der Yohimbeherinde enthaltene Alkaloid Yohimbin bei der Einträufelung in das Auge Anästhesie der Conjunctiva und Cornea hervorruft. Löwy und Müller haben das Mittel einer genaueren Untersuchung unterzogen. Sie fanden, daß es in 1% Lösung sowohl die Erregbarkeit, als das Leitungsvermögen motorischer und sensibler Nervenbahnen (N. ischiadicus und vagus) herabzusetzen und aufzuheben vermag. Wie beim Kokain, werden die

motorischen Nerven später betroffen als die sensiblen. Die Wirkung ist eine vorübergehende und macht normalem Verhalten Platz. Stärkere Reizerscheinungen haben sich nicht gezeigt. Das Yohimbin verdankt seine Aufnahme in den Arzneischatz bekanntlich seiner eigentümlichen Wirkung auf die männlichen Geschlechtsorgane, wo es Hyperämie und langdauernde Erektionen verursacht. Da nach Oberwarth schon 0,05 pro Kilo, subkutan gegeben, Kaninchen tötet, da ferner die erwähnten Nebenwirkungen beim Menschen schon bei einer Dosis von 5 mg sich zeigen, ist wohl große Vorsicht bei etwaiger praktischer Anwendung angezeigt.

Fassen wir nun unser Urteil über die verschiedenen Ersatzmittel des Kokains noch einmal zusammen, indem wir uns die Bedingungen klar machen, die wir von einem solchen Mittel verlangen müssen.

1. Das Mittel muß, im Verhältnis zu seiner örtlich anästhesierenden Potenz, weniger toxisch sein wie Kokain. Die Feststellung einer absolut geringeren Toxizität genügt nicht, denn sie wird, wenn das Anästhesierungsvermögen des neuen Mittels geringer ist wie das des Kokains, wettgemacht durch die Notwendigkeit, größere Dosen zu verwenden. Alle bekannten Ersatzmittel erfüllen, abgesehen vielleicht vom Akoin, mehr oder weniger diese Forderung.

2. Das Mittel darf nicht den geringsten Reiz, nicht die geringste Gewebsschädigung verursachen, sondern muß, gleich dem Kokain, resorbiert werden, ohne Nachwirkungen am Ort der Applikation, Hyperämie störender Intensität, Entzündungen, Infiltrate oder gar Nekrosen zu hinterlassen. Nur dann sind wir zu der Annahme berechtigt, daß die Wundheilung nicht ungünstig beinflußt wird und auch sonst kein Schaden entsteht. Stark sauer und stark alkalisch reagierende Mittel sind daher von vornherein ausgeschlossen, weil sie ausnahmslos örtliche Gewebsschädigungen verursachen. An dieser wichtigen zweiten Bedingung sind sehr viele Neuentdeckungen von anästhesierenden Mitteln gescheitert. Frei von Gewebsschädigung sind außer dem Kokain nur Tropakokain, Eukain und Novokain. Einige andere, wie Alypin, schädigen so wenig, daß sie für gewisse Anwendungsformen (Oberflächenapplikation auf Schleimhäute) wohl in Frage kommen.

3. Das Mittel muß wasserlöslich sein, seine Lösungen sollen einigermaßen beständig sein und sich auf einfache Weise sterilisieren lassen. Die Bedingung wird von allen Mitteln, vom Kokain nur teilweise erfüllt.

4. Das Mittel muß sich, worauf im nächsten Kapitel zurückzukommen ist, mit Suprarenin kombinieren lassen. Hier sei vorausgeschickt, daß diese Bedingung vollständig vom Kokain, Alypin und Novokain erfüllt wird, daß dagegen alle übrigen Mittel mehr oder weniger die Suprareninwirkung beeinträchtigen.

5. Bei bestimmten Anwendungsformen kommen noch andere Dinge in Frage. Zum Zweck der Applikation auf Schleimhautoberflächen muß ein Anästheticum fähig sein, rapid in diese einzudringen. Davon ist sein Anästhesierungsvermögen in diesem Falle in erster Linie abhängig. Gerade in dieser Hinsicht hat Kokain bisher einen ungeheuren Vorsprung vor anderen Mitteln. Was für Eigenschaften endlich für die Medullaranästhesie in Betracht kommen, entzieht sich einer Formulierung. Hierzu sind die Bedingungen, unter welchen Wirkungen und Nebenwirkungen eines in den menschlichen Spinalkanal injizierten Medikaments entstehen, noch nicht genau genug bekannt.

Hiernach sind also Tropakokain, Eukain, Novokain und für bestimmte Anwendungsformen Alypin diejenigen Mittel, welche uns als Ersatzmittel für Kokain von Nutzen sein können. Gegen das von Reclus empfohlene Stovain muß ich mich durchaus ablehnend verhalten.

---

8. Kapitel.

Weitere Hilfsmittel der Lokalanästhesie. Über den Einfluß der Vitalität der Gewebe auf die örtliche und toxische Wirkung örtlich anästhesierender Mittel.

Wenn örtlich anästhesierende Mittel auf lebende Gewebe einwirken, deren Vitalität, d. h. alle das Leben begleitenden, chemischen und physikalischen Umsetzungen, künstlich beeinträchtigt, deren Kreislauf gestört ist, so rufen sie eine weit intensivere und stabilere örtliche Vergiftung hervor als in Geweben mit ungehindertem, lebhaftem Stoffwechsel und normaler Zirkulation. Diese Steigerung der örtlichen Wirkung erklärt sich, wie schon auf S. 63 angedeutet wurde, 1. aus der verlangsamten Resorption der Gifte vom Ort ihrer Applikation: sie bleiben alsdann länger daselbst liegen, ehe sie resorbiert werden, und können deshalb in verstärktem Maße örtliche Wirkungen entfalten. 2. Aus der Beeinträchtigung aller derjenigen Vorgänge, durch welche

ein lebendiges Gewebe sich gegen das Eindringen fremdartiger Substanzen zu wehren vermag und nach erfolgter Vergiftung die Rückkehr in den Normalzustand erstrebt. Mit der Steigerung der örtlichen Wirkung muß nun eine Verminderung der allgemeinen Toxizität des Mittels verbunden sein, 1. wiederum, weil die Resorption des Giftes verlangsamt ist, und weil 2. mehr Gift als sonst zur Entfaltung örtlicher Wirkung verbraucht und damit der Resorption entzogen wird. Die Kenntnis von Mitteln, welche eine künstliche Herabsetzung oder Aufhebung der Vitalität ermöglichen und die Geschwindigkeit der parenchymatösen Resorption herabsetzen, ist daher für die Lokalanästhesie von der größten Bedeutung.

In gewissem Sinn gehört zu ihnen die Anwendung möglichst verdünnter Lösungen des Anästheticums zur Gewebsinfiltration nach Schleich. Denn die in verdünnter Lösung auf ein größeres Gewebsgebiet gleichmäßig verteilte Dosis des Anästheticums wird langsamer resorbiert, die örtliche Ausnutzung des allenthalben mit den Gewebselementen in direkten Kontakt gebrachten Mittels ist eine vollkommenere, als wenn die gleiche Dosis in konzentrierterer Form injiziert wird. Die Verdünnung der Lösung erhöht aber auch die toxische und tödliche Dosis des Anästheticums. Man kann also sagen, daß die Verdünnung seiner Lösungen die örtlichen Wirkungen des Mittels steigert, die toxischen mildert. Eine Verlangsamung der Resorption und damit eine gesteigerte örtliche und verminderte toxische Wirkung findet ferner statt, wenn ein Anästheticum nicht in wässeriger, sondern in öliger Lösung zur Verwendung kommt. Denn die parenchymatöse Resorption öliger Lösungen erfolgt durch Vermittlung der Lymphbahnen weit langsamer als die Resorption wässeriger Lösungen, welche direkt in die Blutbahnen eindringen (vgl. S. 62 u. 107).

Legrand und Hartwig empfahlen, den zu Gewebsinjektionen bestimmten anästhesierenden Lösungen Gelatine hinzuzusetzen. Nach Klapp wird dadurch gleichfalls eine Resorptionsverzögerung hervorgerufen. Ich habe an Kokain-Gelatinelösungen eine Steigerung der örtlichen Kokainwirkung nicht nachzuweisen vermocht. Freilich waren diese Lösungen sehr sorgfältig sterilisiert, und nach Klapp verliert die Gelatine durch die Sterilisation ihre resorptionshemmende Eigenschaft, ist daher praktisch vorläufig in dieser Richtung nicht zu verwenden. Dagegen besitzen wir drei andere, in dem gedachten Sinne wirksame, sehr wichtige Hilfsmittel der Lokalanästhesie, die Beeinträchtigung oder Unterbrechung des Blutstroms durch Abschnürung an den Extremitäten oder durch Anwendung gefäßkontrahierender Sub-

stanzen (Suprarenin) und die Abkühlung der durch ein Lokalanästheticum vergifteten Gewebe mittelst des Äther- oder Chloräthylsprays. Wir wollen diese Mittel der Reihe nach betrachten.

1. Einfluß der mechanischen Unterbrechung des Blutstroms auf örtliche und allgemeine Vergiftung.

Injiziert man in die Haut des Vorderarms einer Versuchsperson endermatisch, so daß eine Quaddel entsteht, eine kleine Quantität, zwei Teilstriche der Pravazschen Spritze eines in Wasser gelösten Farbstoffes, z. B. Eosin, so wird anfangs nur die Quaddel selbst gefärbt erscheinen, während nach einigen Minuten die sichtbare Färbung sich über einen mehr oder weniger großen Hautbezirk verbreitet, je nachdem die Farblösung mehr oder weniger konzentriert war. Der Farbstoff ist in die Umgebung diffundiert und hat eine örtliche Reaktion, Färbung der Gewebe, veranlaßt. Am anderen Arm der Versuchsperson wird gleichzeitig mit derselben Quantität der gleichen Farblösung eine Hautquaddel hergestellt, vor oder unmittelbar nach der Injektion wird der Oberarm durch eine Gummibinde abgeschnürt. Es zeigt sich, daß der sichtbar sich färbende Hautbezirk am abgeschnürten Arm erheblich größer wird als am nicht abgeschnürten, der Farbstoff ist weiter und in größerer Menge in die Umgegend diffundiert. Es muß also ein Mehrverbrauch von Farbstoff am Ort der Applikation stattgefunden haben, und es muß weniger von ihm resorbiert worden sein.

Injiziert man in die Haut des Vorderarms einer Versuchsperson in gleicher Weise endermatisch eine 1% Kokainlösung, so entsteht eine für eine gewisse Zeit anästhetische Quaddel. War der Arm vor oder unmittelbar nach der Injektion abgeschnürt worden, so überschreitet die Anästhesie der Haut erheblich die Grenzen der Quaddel, was ohne Abschnürung nur bei Verwendung konzentrierterer Kokainlösungen zu erreichen war. Es hat also eine Steigerung der anästhesierenden Wirkung des Kokains stattgefunden, die nur durch einen Mehrverbrauch von Kokain am Ort der Applikation erklärt werden kann. Die einmal unempfindlich gewordenen Gewebe bleiben es zunächst, solange der Blutstrom unterbrochen ist, aber auch noch längere Zeit nach Entfernung der Gummibinde. Denn erst beim Zutritt des Blutes beginnen diejenigen reparativen Vorgänge, welche die allmähliche Rückkehr der Gewebe in den Normalzustand zur Folge haben. Es wurde schon oben darauf hingewiesen, daß dabei wahrscheinlich eine Zersetzung des Kokains stattfindet. Seit Cornings

Arbeiten (1885) bildet die Eigenschaft der Esmarchschen Blutleere, bzw. der Abschnürung der Extremitäten, die örtliche Wirkung des Kokains und ähnlich wirkender Mittel zu steigern, ein wichtiges, überall bekanntes und gebrauchtes Hilfsmittel für die Lokalanästhesie. Daß bei sehr lange Zeit fortgesetzter und sehr fester Abschnürung einer Extremität die Sensibilität außerdem direkt durch die Unterbrechung des Stoffwechsels und die Kompression der Nervenstämme beeinträchtigt werden kann und muß, versteht sich von selbst.

Mit der gesteigerten örtlichen Wirkung und der Verzögerung der Resorption des Kokains durch die Abschnürung muß eine Verminderung seiner Toxizität verbunden sein.

Injiziert man bei zwei Kaninchen von gleichem Gewicht in ein Hinterbein je 0,1 pro Kilo Kokain in 10% Lösung, nachdem bei dem einen der Oberschenkel durch einen Gummischlauch fest abgeschnürt wurde, bei dem anderen nicht, so geht dieses letztere in der Regel unter heftigen Krämpfen nach einigen Minuten zugrunde, während bei dem zweiten sich keine Vergiftungserscheinungen bemerkbar machen. Löst man eine halbe Stunde später den Schlauch, so treten jetzt leichte Vergiftungserscheinungen auf, welche aber den Tod des Tieres nicht veranlassen. Manchmal bleiben die Tiere überhaupt normal. Mir ist der typische Verlauf dieses auch schon von Kummer erwähnten Experiments lange bekannt, doch will ich damit nicht der Priorität Kohlhardts zu nahe treten, der, veranlaßt durch die Untersuchungen von Czylhartz und Donath über Strychninvergiftung bei Tieren, diesen Dingen zuerst systematisch nachgegangen ist. Er fand, daß die allgemeine Toxizität nach Injektion sonst tödlicher Kokainmengen in das abgeschnürte Bein eines Kaninchens um so weniger intensiv sich äußert und um so sicherer ganz verhindert werden kann, je länger der abschnürende Schlauch liegen blieb. Wurde er nach Ablauf einer Stunde oder später gelöst, so blieb meist jede Vergiftung aus. Diese Erscheinung findet in der mit der Abschnürung verbundenen Resorptionsverzögerung und dem vermehrten Kokainverbrauch am Ort der Injektion ihre ausreichende Erklärung. Denn es scheint nach den Untersuchungen von Kleine, daß die Resorption auch bei fester Abschnürung nicht völlig unterbrochen wird, sondern nur sehr langsam vor sich geht.

Wertvolle Untersuchungen über die parenchymatöse Resorption verdanken wir Klapp. Er benutzte die Eigenschaft einer örtlich indifferenten Substanz, des Milchzuckers, nach subkutaner Injektion schnell im Harn wiederzuerscheinen, zum Nachweis einer Beschleu-

nigung oder Verzögerung der Resorption. Es gelang ihm, zahlenmäßig festzustellen, wie aktive Hyperämie die Resorptionsgeschwindigkeit beschleunigt, und wie selbst die lockere, lediglich zur Stauungshyperämie führende Umlegung einer Gummibinde um die Extremität, ja auch die einfache Elevation derselben die Resorption des in sie injizierten Michzuckers verlangsamt. Beide Mittel, die Umlegung einer Stauungsbinde und die Elevation, haben daher, was sich sehr leicht nachweisen läßt, eine bedeutende Steigerung der örtlich anästhesierenden Potenz von Kokain und ähnlichen Mitteln zur Folge.

2. Einfluß intensiver Abkühlung der Gewebe auf örtliche und allgemeine Vergiftung.

Ein zweites Mittel zur örtlichen Herabsetzung der Vitalität und Verzögerung der Resorption ist die intensive Abkühlung der Gewebe mittelst des Äther- oder Chloräthylsprays. Die Anwendung desselben muß daher die örtliche Einwirkung von Arzneimitteln verstärken. In betreff der lokalanästhesierenden Mittel läßt sich dies leicht nachweisen. Auf Seite 104 ist auf die außerordentlich intensive und langdauernde Anästhesie hingewiesen worden, welche bei Applikation von in Chloräthyl gelöstem basischen Kokain zustande kommt. Es handelt sich dabei nicht etwa um eine einfache Kombination der Kälteanästhesie mit der Kokainanästhesie, sondern um eine Steigerung der örtlichen Kokainvergiftung im abgekühlten Gewebe. Sie kann in der gleichen Weise beobachtet werden, wenn man eine Schleimhaut mit einer wässerigen Lösung von Kokainchlorhydrat bepinselt und dann gefrieren läßt. Die hierbei zuerst entstehende Kälteanästhesie geht schnell vorüber, eine sehr intensive Kokainanästhesie folgt nach einigen Minuten. Will man also Kokain- und Kälteanästhesie zweckmäßig kombinieren, so muß man zuerst die Schleimhaut abkühlen und kokainisieren oder den Kokainchloräthylstrahl anwenden, dann das Maximum der Kokainwirkung abwarten, nun zum zweitenmal abkühlen und jetzt operieren. Auch durch Quaddelprüfung läßt sich der Zusammenhang der Erscheinungen unschwer erkennen.

Versuch 1. Am Vorderarm einer Versuchsperson bildete ich nebeneinander mit Hilfe einer 0,5% Kokainlösung zwei Quaddeln, welche beide natürlich sofort anästhetisch waren. Die Hautstelle, auf der sich die erste befand, wurde unmittelbar nach der Injektion bis zur Eisbildung abgekühlt, bei der zweiten unterblieb diese Prozedur. Bei der letzteren kehrte die Sensibilität nach ungefähr 18 Minuten wieder, die Anästhesie blieb auf die Quaddel beschränkt. Bei der anderen, abgekühlten Quaddel betrug die Dauer der Anästhesie fast das doppelte; fünf Minuten nach der Injektion, zu einer Zeit, wo die Kälteanästhesie längst

geschwunden und die Haut stark hyperämisch geworden war, breitete sich die Anästhesie in der Umgebung der Quaddel aus, so daß ein Bezirk von der doppelten Größe der Quaddel unempfindlich wurde. Nach weiteren zehn Minuten verschwand diese sekundäre Anästhesie wieder. Das gleiche, aber nicht so ausgesprochen, geschieht, wenn man die Haut vorher gefrieren läßt und unmittelbar nachher die Injektion macht.

Versuch 2. Am Vorderarm einer anderen Versuchsperson injizierte ich an zwei nicht weit voneinander abliegenden Stellen subkutan je $1/2$ ccm $1/2$ % Kokainlösung und ließ das eine Mal die Umgebung der Injektionsstelle gefrieren, das andere Mal nicht. Im ersten Fall wurde ein talergroßer Hautbezirk über dem mit der Kokainlösung infiltrierten subkutanen Zellgewebe für die Zeit von 20 Minuten anästhetisch, im zweiten Fall blieb diese Wirkung völlig aus.

In beiden Versuchen läßt sich eine sehr erhebliche Steigerung der Kokainwirkung durch die Abkühlung erkennen. Andere Lokalanästhetica zeigen dasselbe Verhalten. In der Praxis ist die Steigerung der Kokainwirkung durch gleichzeitige Anwendung des Äther- und Chloräthylsprays seit langer Zeit mit Nutzen verwendet worden, z. B. bei Zahnextraktionen von Wiener, Schleich und anderen. Schleich und Hackenbruch brauchen ja überhaupt die Kokainanästhesie in ausgedehntem Maßstabe in Verbindung mit dem Chloräthylspray. Es ist aber wichtig, festzustellen, daß die anästhesierende Wirkung der Kälte mit der Kokainanästhesie nicht bloß direkt kombiniert werden kann, sondern daß in stark abgekühlten Geweben die Intensität und Dauer der durch Kokain und ähnliche Mittel zu erzielenden örtlichen Vergiftung der Gewebe eine bedeutende Steigerung erfährt, derart, daß das Anästhesierungsvermögen verdünnter Lösungen dem von konzentrierten Lösungen im nicht abgekühlten Gewebe gleichkommt. Die prinzipielle Betonung dieses Gesichtspunktes läßt mancherlei praktische Nutzanwendung zu.

Wenn starke Wärmeentziehung die Vitalität der Gewebe herabsetzt, die Resorption verlangsamt und deshalb örtliche Wirkungen von Arzneimitteln steigert, dann muß sie auch imstande sein, deren Allgemeinwirkungen zu vermindern oder zu verhüten.

Die den Praktikern längst bekannte und alltäglich therapeutisch verwertete Tatsache, daß Abkühlung die parenchymatöse Resorption verlangsamt, Temperaturerhöhung sie beschleunigt, wurde wiederum durch Klapps Milchzuckerversuche auf das schlagendste bewiesen. Den Einfluß der Abkühlung der Gewebe auf die Resorption und Allgemeinwirkung von Giften untersuchte von Kóssa, nachdem schon vorher Claude Bernard und L. Brunton darauf bezügliche Mitteilungen gemacht hatten.

Von Kóssa injizierte in die auf + 5° bis + 7° abgekühlten Ohren von Kaninchen subkutan Cyankalium, Strychnin und Pikrotoxin in Dosen, welche bei Kontrolltieren den Tod oder doch Vergiftungen schwerster Art veranlaßten. Bei dauernder Abkühlung der Injektionsstellen wurden die Gifte ohne das geringste Symptom vertragen, und wenn nach 1½ Stunden die Abkühlung unterbrochen wurde, so blieb nunmehr die Vergiftung ganz aus. Das gleiche Verhalten läßt sich für Kokainlösungen leicht nachweisen.

Versuch 3. Kaninchen von 1450 g Gewicht. Die geschorene Rückenhaut wurde mit dem Ätherspray abgekühlt, hierauf subkutan 0,15 = 0,05 pro Kilo Kokain in 10% Lösung subkutan injiziert und die Injektionsstelle weiter durch einen mit Eis und Kochsalz gefüllten Eisbeutel abgekühlt. Es trat keine Vergiftung ein. Nach einer Stunde wurde die Abkühlung unterbrochen. 10 Minuten später zeigten sich leichte Vergiftungssymptome, Aufregung, Parese der Extremitäten. Bewußtlosigkeit und Krämpfe fehlten. Nach weiteren 15 Minuten verhielt sich das Tier wieder normal. Ein Kontrolltier, dem 0,05 Kokain pro Kilo in derselben Lösung unter die Rückenhaut injiziert worden war, bot nach 5 Minuten das bekannte Bild schwerer akuter Kokainvergiftung mit Krämpfen und Coma, erholte sich aber schnell wieder.

Versuch 4. Ein drittes Kaninchen blieb ebenfalls am Leben, allerdings nach einer etwas schwereren Vergiftung, dem 0,1 pro Kilo Kokain in 30% Lösung unter die mit dem Eisbeutel abgekühlte geschorene Rückenhaut gespritzt worden war. Nach 17 Minuten zeigten sich Symptome von Vergiftung, worauf die Abkühlung unterbrochen wurde. Jetzt traten heftige Krämpfe mit folgendem Coma auf, das Tier erholte sich aber bald. 0,1 Kokain pro Kilo in 30% Lösung ist, subkutan injiziert, für das Kaninchen sonst eine absolut tödliche Dosis.

Besser ließen sich die Versuche in folgender Weise arrangieren. Von einer Kiste, in welche ein Kaninchen ungefähr hineinpaßt, wurde an der schmalen Seite ein Loch ausgesägt, durch welches das sorgfältig geschorene Hinterbein durchgesteckt und durch Anschlingen des Unterschenkels fixiert werden konnte. Unter das mit nasser Watte eingewickelte Bein wird eine Schale gestellt und nun das ganze Bein mit Eis umgeben.

Versuch 5. Kaninchen von 1800 g Gewicht.

10 Uhr 30 Min.: Beginn der Abkühlung des geschorenen linken Hinterbeins in der geschilderten Weise.

10 Uhr 40 Min.: Injektion von 0,18 Kokain in 20% Lösung subkutan in der Mitte des Oberschenkels, oberhalb der fixierenden Schlinge. Abkühlung der Injektionsstelle mit dem Ätherspray, dann Umhüllung des Beins mit nasser Watte und Eis. Es trat keine Vergiftung ein.

11 Uhr 40 Min. wurde die Abkühlung unterbrochen und das Tier freigelassen.

11 Uhr 45 Min. stellen sich leichte Vergiftungserscheinungen ein, Aufregung, Parese der Extremitäten; Bewußtlosigkeit und Krämpfe fehlten.

12 Uhr 5 Min.: Das Tier kann wieder springen und erholt sich schnell.

Kontrollversuch. Kaninchen von 1900 g Gewicht. Das Tier wurde in gleicher Weise gefesselt und in den geschorenen Oberschenkel subkutan 0,19

Kokain in 20 % Lösung injiziert. Nach 5 Minuten heftige Krämpfe, 6 Minuten nach der Injektion Exitus letalis.

Die Versuche lassen mit genügender Deutlichkeit erkennen, daß aus abgekühlten Geweben infolge Herabsetzung der Vitalität derselben Kokain so langsam resorbiert wird, daß eine allgemeine Vergiftung nicht eintritt, solange die Abkühlung fortgesetzt wird, während sich die Symptome der Vergiftung sehr abgeschwächt zeigen, wenn nach längerer Zeit die Abkühlung unterbrochen wird.

Der Einfluß der Abkühlung auf die toxische Wirkung örtlich anästhesierender Mittel entbehrt zwar nicht des praktischen Interesses, soll aber, worauf ich besonders hinweisen möchte, niemand verleiten, die Lokalanästhetica mit geringerer Vorsicht als bisher anzuwenden.

3. Das Suprarenin (Adrenalin) und sein Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung.

In neuester Zeit ist von einer ganz unerwarteten Seite, von der Organtherapie, der Chirurgie und besonders der Lokalanästhesie ein Mittel geboten worden, welches bei örtlicher Applikation die Blutgefäße zur Kontraktion bringt, die Gewebe blutleer macht und ihre Vitalität herabsetzt, daher geeignet ist, die örtliche Einwirkung von Arzneimitteln zu steigern und ihre Allgemeinwirkung zu beschränken.

Wir wissen seit den grundlegenden Arbeiten Brown-Séquards, daß die Entfernung beider Nebennieren den Tod der Versuchstiere zur Folge hat, und das Ausbleiben dieser Folge nur durch das häufige Vorkommen akzessorischer Nebennieren zu erklären ist. Die Nebennieren gesunder Tiere, sowie die aus dem frischen oder getrockneten Organ bereiteten Extrakte enthalten einen toxischen Körper (Pellacani, 1879), welcher sehr eigenartige, pharmakologische Wirkungen entfaltet, wenn er Tieren oder dem Menschen in irgend einer Form einverleibt wird, und welchem bestimmte chemische Reaktionen zukommen, die zum Teil schon Vulpian 1856 beschrieben hat. Seine Lösungen, wie auch die frische Nebenniere, färben sich an der Luft schnell rot oder braun und nehmen bei Zusatz von Eisenchlorid eine grüne Farbe an, welche bei Zusatz von Alkalien und Halogenen wieder in rosa übergeht, Reaktionen, die denen des Brenzkatechins ähnlich sind*).

Die von zahlreichen Forschern versuchte Isolierung des wirksamen Prinzips der Nebennieren wurde von von Fürth und Abel ihrer Lö-

---

*) Vergl. die zusammenfassenden Arbeiten von Neusser, Langlois, Buschan, Orgler, Hultgren und Andersson, Singer.

sung näher geführt. Beide stellten aus Nebennierenextrakt eine, aber nicht dieselbe Substanz mit den charakteristischen chemischen und physiologischen Reaktionen dar. Von Fürth nannte die seinige Suprarenin, Abel Epinephrin. Im Jahre 1901 gelang es dann Takamine und Aldrich unabhängig voneinander, dieselbe in kristallinischer Form zu gewinnen. Das Produkt wurde „Adrenalin" genannt.

Von Fürth hat nachgewiesen, daß sein Suprarenin identisch ist mit dem Adrenalin. Das Suprarenin ist in reiner kristallinischer Form zuerst von der englischen Firma Parke, Davis & Co. in London unter dem Namen „Adrenalin" fabrikmäßig hergestellt worden. Jetzt wird es von einer großen Zahl deutscher und ausländischer Fabriken teils in Substanz, teils in Form einer Lösung von 1 : 1000 unter den verschiedensten Namen (Adrenalin, Suprarenin, Eudrenal, Epirenan, Paranephrin, Tonogen usw.) in den Handel gebracht. Die Wirkung dieser Mittel ist im wesentlichen die gleiche, es handelt sich lediglich um Fabrikmarken derselben Substanz, die wir mit dem ihr von von Fürth gegebenen wissenschaftlichen Namen „Suprarenin" bezeichnen wollen.

Das basische, reine Suprarenin stellt ein weißes oder leicht rötlich oder bräunlich gefärbtes kristallinisches Pulver dar, welches die Eigenschaften eines Alkaloids besitzt. Es löst sich schwer in kaltem, leicht in heißem Wasser, verträgt Temperaturen von 100°, ohne sich zu zersetzen, und bildet mit Säuren Salze. Beim Versuch, das Mittel in Wasser zu lösen, färbt sich die Lösung sofort rot und braun, infolge einer Oxydation des Suprarenins durch den Sauerstoff der Luft. Im Vakuum hergestellte wässerige Lösungen sind klar und farblos. Löst man Suprarenin in salzsäurehaltigem Wasser auf, so entsteht eine wasserklare, haltbare Lösung des salzsauren Suprarenins mit einem Salzsäureüberschuß. In dieser Form wird das Mittel von den meisten Firmen in den Handel gebracht. Auch in einer sauren Subkutinlösung löst sich Suprarenin klar auf (Ritsert). Die englische Adrenalinlösung enthält einen Zusatz von Acetonchloroform (Aneson, S. 119), die Supraeninlösung der Höchster Farbwerke einen solchen von Thymol. Eine in Wasser leicht lösliche Verbindung des Suprarenins mit Borsäure liefern die Höchster Farbwerke (Suprareninum boricum).

Endlich ist es Stolz*), dem Chemiker der Höchster Farbwerke, gelungen, die Konstitution des Suprarenins klarzustellen und die Substanz synthetisch herzustellen.

Nach Aldrich ist die Zusammensetzung der wirksamen Substanz der Nebennieren $= C_9H_{13}NO_3$. Die Richtigkeit dieser Angabe konnte Stolz durch ver-

*) Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft, Bd. 37.

schiedene Versuche beweisen. Seine weiteren Untersuchungen ergaben, daß dem Suprarenin eine der beiden folgenden Konstitutionsformeln zukommen müsse:

```
          OH                              OH
          |                               |
          C                               C
        /   \                           /   \
    H-C       C-OH                  H-C       C-OH
I.    |       |         oder II.      |       |
    H-C       C-H                   H-C       C-H
        \   /                           \   /
          C   OH                          C   H
          | /                             | /
          C-CH2 · NH · CH3                C-NH · CH3
            \                               \
             H                               CH2OH
```

Diese beiden Formeln wurden auch von Pauly als der wahrscheinlichste Ausdruck der Konstitution des Suprarenins aufgestellt und zwar unter Bevorzugung der Formel II. Die Arbeiten von Stolz ergaben aber, daß die Zusammensetzung des Suprarenins der Formel I entspricht. Die der Formel II entsprechende Verbindung besitzt keine blutsteigernde Wirkung.

Als Ausgangsmaterial für die Synthese des Suprarenins diente Stolz das Chlorazetobrenzkatechin, welches durch Umsetzung mit Ammoniak, bzw. mit Methyl- oder Äthylamin folgende als Aminoketone bezeichnete Substanzen lieferte:

```
1. Amino-               2. Methylamino-         3. Äthylamino-Azetobrenzkatechin
      OH                      OH                      OH
      |                       |                       |
      C                       C                       C
    /   \                   /   \                   /   \
H-C       C-OH          H-C       C-OH          H-C       C-OH
  |       |               |       |               |       |
H-C       C-H           H-C       C-H           H-C       C-H
    \   /                   \   /                   \   /
      C                       C                       C
      |                       |                       |
      CO · CH2 · NH2          CO · CH2 · NH · CH3     CO · CH2NH · C2H5
```

Die Untersuchung dieser drei Körper durch Meyer und Löwy*) ergab zwar, daß sie die gleichen pharmakologischen Eigenschaften wie das natürliche Suprarenin besitzen, daß aber das Amino- und Methylaminoazetobrenzkatechin etwa 100 mal, das Äthylaminoazetobrenzkatechin etwa 40—50 mal schwächer wirksam ist wie Suprarenin. Auch in ihren chemischen Eigenschaften unterscheiden sich diese Substanzen wesentlich von denen des Suprarenins.

Durch Reduktion des Amino-, Methylamino- und Äthylaminoazetobrenzkatechins erhielt Stolz die entsprechenden Aminoalkohole, nämlich:

```
4. Dioxyphenyläthanol-amin   5. -methylamin            6. -äthylamin
      OH                          OH                        OH
      |                           |                         |
      C                           C                         C
    /   \                       /   \                     /   \
H-C       C-OH              H-C       C-OH            H-C       C-OH
  |       |                   |       |                 |       |
H-C       C-H               H-C       C-H             H-C       C-H
    \   /                       \   /                     \   /
      C   OH                      C   OH                    C   OH
      | /                         | /                       | /
      C-CH2 · NH2                 C-CH2 · NH · CH3          C-CH2 · NH · C2H5
        \                           \                         \
         H                           H                         H
```

*) Archiv f. experiment. Pathol. u. Pharmakologie. Bd. 53. S. 213.

Die chemische und physiologische Untersuchung dieser Substanzen ergab die vollständige Identität des Dioxyphenyläthanolmethylamins mit dem aus Nebennieren gewonnenen Suprarenin.

Die auffallendste Wirkung des Nebennierensaftes oder -Extraktes besteht in einer vorübergehenden Steigerung des Blutdrucks; unglaublich kleine Dosen (nach Moore und Purinton beim Hund pro Kilo 0,000000245 bis 0,000024 des Extrakts) genügen, um sie hervortreten zu lassen. Die Ursache dieser Blutdrucksteigerung ist darin zu sehen, daß das Mittel einmal die Herztätigkeit direkt steigert (Gottlieb, Hedboom, Schäfer), und daß es ferner die Arterien und Kapillaren des Körpers zur Kontraktion bringt. In ähnlicher Weise wird auch die glatte Muskulatur anderer Organe beeinflußt. Jacoby, Boruttau und Pal konstatierten nach intravenöser Einführung von Nebennierenextrakt Stillstand der Darmperistaltik, nach Lewandowski wirkt Nebennierenextrakt, intravenös oder subkutan injiziert, kontraktionserregend auf die glatte Muskulatur der Haut, so daß z. B. beim Igel sich die Stacheln senkrecht in die Höhe richten, und bei Katzen die Haare sich sträuben. Nach Schäfer endlich besitzt Nebennierenextrakt die Fähigkeit, die Muskulatur des Uterus zur Zusammenziehung zu bringen. In großen Dosen gegeben, wirkt das Mittel als schweres Gift und tötet die Versuchstiere nach kurzer Zeit unter lähmungsartigen Symptomen und starker Blutdruckerniedrigung, welche der Blutdrucksteigerung folgt. Cybulski fand, daß 1 ccm einer 10% Lösung des Extrakts, intravenös injiziert, bei Kaninchen bald den Tod des Tieres veranlaßt, daß aber die gleiche Dosis ohne Ungelegenheiten vertragen wird, wenn sie 10 bis 20 mal mehr verdünnt war. Der Urin enthält schon 15 Minuten nach subkutaner Injektion die wirksame Substanz (Cybulski, Bardier und Frenkel), bei sehr großen tödlichen Dosen sahen Blum und Zuelzer regelmäßig Glykosurie auftreten.

Die Frage, ob die Wirkung des Mittels auf die glatte Muskulatur, im besonderen auf diejenige der Blutgefäße, indirekt zentralen oder direkt peripheren Ursprungs sei, wurde im letzteren Sinne entschieden. Denn Biedl sah an ausgeschnittenen überlebenden Organen (Niere, Extremität), durch welche er mit Nebennierenextrakt versetztes Blut strömen ließ, eine derartige Verengerung der Blutgefäße eintreten, daß der Ausfluß aus der Vene völlig sistierte. Hedboom und Schäfer wiesen auch am Herzen die direkt erregende Einwirkung des Mittels nach. Das ausgeschnittene Säugetierherz, das seine Tätigkeit bereits eingestellt hatte, begann wieder zu schlagen unter dem Einfluß des Nebennierenextrakts. Endlich wurde von Bates, Dor, Darier und

Königstein die Beobachtung gemacht, daß bei Einträufelung des Extrakts in die Konjunktiva die Gefäße sich zusammenziehen, so daß das Gewebe blutleer wird. An anderen Schleimhäuten wurde dasselbe gefunden, und Velich sah, daß unter der örtlichen Einwirkung von Nebennierenextrakt granulierende Wundflächen bei Menschen und Tieren, ferner die durch Ekzem und Verbrennung lädierte Haut anämisch wurden. Die Gefäßkontraktion ist also ein peripherer Effekt.

Von Interesse ist, daß die Blutgefäße verschiedener Organe verschieden stark auf Suprarenin reagieren. Es wirkt stark auf die Gefäße der Haut, weniger stark auf diejenigen des Magens, Darms und der Blase, gar nicht auf die Lungengefäße (Langley, Brodie und Dixon). Der Angriffspunkt der Suprareninwirkung ist, wie sich aus den interessanten Untersuchungen Läwens ergibt, die glatte Muskulatur der Gefäßwand. Derselbe Autor stellte fest, daß das in Aktion getretene Suprarenin von der lebenden Gefäßwand zerstört wird. Es findet also eine Entgiftung des mit Suprarenin vergifteten Körpers statt.

Die anämisierende Eigenschaft des Nebennierenextrakts fand zunächst namentlich auf dem Gebiet der Laryngologie und Rhinologie therapeutische Verwendung zur Blutstillung bei Operationen und anderweitigen Blutungen (Swain, Moure und Brindel, Harmer, Rode, Rosenberg). Wird Suprarenin in Lösung von 1:1000 bis 1:5000 auf die Schleimhaut der Nase oder des Kehlkopfes appliziert, so schwillt dieselbe sofort ab, verliert ihre Turgeszenz, so daß die Höhlen und Nebenhöhlen besser zugänglich werden, sie wird grau und vollkommen blutleer, so daß beim Einschneiden kein Tropfen Blut herausfließt und Operationen ohne Blutung ausgeführt werden können. Lermoyez nannte das Mittel deshalb das „Alkaloid der Esmarchschen Blutleere". Die noch weit auffallenderen Erscheinungen bei subkutaner Injektion von Suprareninlösungen sind von mir zunächst an mir selbst und gesunden Versuchspersonen, dann im alltäglichen Gebrauch bei Operationen studiert worden. Es zeigte sich, daß Gewebe, welche mit einer Suprareninlösung von 1:1000000 reichlich, nach Schleichscher Manier durchtränkt worden sind, nach einigen Minuten blutleer werden. Es fehlt bei der Durchtrennung solcher Gewebe jede parenchymatöse Blutung, während Arterien und Venen größeren Kalibers schwach bluten. Wenn stärker konzentrierte Suprareninlösungen injiziert werden, so vermögen sich selbst Arterien größeren Kalibers, wie z. B. die Fingerarterien, bis zum vollständigen Verschluß ihres Lumens zu kontrahieren. Man ist daher in der Lage, mittels Suprarenin eine langdauernde Blutleere umschriebener Gewebsbezirke

zu erzeugen, welche derjenigen bei der Esmarchschen Konstriktion manchmal nicht nachsteht. Dies ist die eine Seite, nach der hin das Suprarenin Bedeutung für die Chirurgie erlangt hat. Wir können jetzt fast alle Operationen, wo es erforderlich oder bequem ist, ohne Blutung machen, wie bisher nur an den Extremitäten möglich war. Dieser Zweck wird durch außerordentlich kleine Suprarenindosen erreicht. Zur Injektion dient Kochsalzlösung, welcher auf 100 ccm fünf Tropfen einer 0,1% Suprareninlösung zugesetzt sind. Sie enthält das Mittel in einer Verdünnung von ungefähr 1 : 600000. Bruchteile eines Milligramms Suprarenin genügen, um auch das größte Operationsfeld blutleer zu machen, wenn das Mittel durch reichliche Injektion sehr verdünnter Lösungen gleichmäßig in den Geweben verteilt wird. Es ist nicht nötig, das Operationsfeld selbst mit Suprareninlösung zu durchtränken. Es wird vielmehr auch dann blutleer, wenn man die Gewebe mit Suprareninlösung durchtränkt, welche das Operationsfeld ringsum begrenzen und die blutzuführenden Gefäße enthalten. Die Injektionstechnik ist die gleiche, wie sie später für die Anästhesierung abgegrenzter Operationsfelder geschildert werden wird. B. Müller hat kürzlich auf den Wert der Suprareninanämie bei Operationen an parenchymatösen Organen, wie Leber und Niere, hingewiesen. Für die menschliche Leber sind seine Beobachtungen nicht zutreffend. Ich habe wiederholt bei Cholecystektomien und Leberverletzungen die Leber mit Suprareninlösung infiltriert, ohne daß die Blutung sich vermindert hätte. Dies ist auch gar nicht zu erwarten, da sie aus den starren, nicht kontraktionsfähigen Lebervenen stammt.

Die blutstillende Eigenschaft des Nebennierensaftes von Schlachttieren ist übrigens dem Volk längst bekannt gewesen. Wenigstens ist es im Leipziger Schlachthof nach alter Überlieferung üblich, daß die Schlächter, wenn sie sich verletzt haben, den ausgepreßten Saft der Nebenniere des geschlachteten Tieres zur Blutstillung in die Wunde bringen.

Auf seiner anämisierenden Wirkung beruht auch die Bedeutung des Suprarenins für die Lokalanästhesie. Suprarenin ist zwar an sich kein Anästheticum, aber die örtliche Wirkung anderer Arzneimittel wird intensiver in Geweben, welche unter seinem Einfluß stehen. Darauf bezügliche Beobachtungen wurden wiederum zuerst von Augenärzten, von Dor, Darier, Königstein, Lichtwitz, Landolt u. a. gemacht. Sie bemerkten, wie Kokain, Holokain, Atropin, Eserin und andere Medikamente auf die Konjunktiva und das Auge nach Zusatz von Nebennierenextrakt, oder wenn derselbe vorher eingeträufelt worden war, wesentlich stärker wirkten als ohne dies Hilfsmittel. Von Rhino-

logen und Laryngologen (Swain, Bukofzer, Rode u. a.) wurde diese Erfahrung speziell für das Kokain bestätigt. Die Bedeutung des Nebennierenextrakts für die Lokalanästhesie bei Zahnextraktionen, wo er zunächst auch nur als Blutstillungsmittel gebraucht worden war (Carpenter), erkannten Peters, Minter, Battier, Nervrezé und Möller. Die Ergebnisse eingehender, im Jahre 1902 vorgenommener experimenteller und praktischer Versuche mit Suprarenin veranlaßten mich, dasselbe als ein außerordentlich wertvolles Hilfsmittel auf allen Gebieten der Lokalanästhesie zu empfehlen.

Es zeigte sich, daß der Zusatz sehr kleiner Mengen von Suprarenin die örtlich anästhesierende Fähigkeit von Kokainlösungen enorm steigert, derart, daß verdünnte Kokainlösungen nun stärker wirkten wie konzentrierte Lösungen ohne den Zusatz, Gewebe, in welche sie injiziert wurden, weit über das Gebiet der direkten Infiltration gefühllos machten, und die Leitungsfähigkeit von Nervenstämmen, bei gemischten Nerven auch diejenige der gegen Kokain allein viel weniger empfindlichen motorischen Bahnen, unterbrachen. Gleichzeitig wird die Dauer der Kokainanästhesie meist auf Stunden verlängert.

Die Ausbreitung der Gewebsanämie und Anästhesie ist voneinander unabhängig. Die erste wird lediglich bestimmt durch den Supraremingehalt, die letztere durch den Kokaingehalt der Lösung.

Weitere Untersuchungen betrafen das Verhalten von Eukain-B und Tropakokain bei Suprareninzusatz. Es zeigte sich, daß sowohl Eukain wie Tropakokain die gefäßverengernde Eigenschaft des Suprarenins beeinträchtigt, ganz besonders aber das Tropakokain, wie schon von Rode bemerkt worden ist. Die anästhesierende Wirkung von Eukain wird daher durch Suprareninzusatz nicht in demselben Maße gesteigert wie die Kokainwirkung, der Zusatz von Suprarenin zu Tropakokainlösungen hat wenig Zweck. Den Einfluß der drei Mittel auf Suprarenin zeigen sehr anschaulich die Kurven Läwens.

Läwen durchströmte mittels einer in die Aorta eingebundenen Kanüle die Hinterextremitäten von Eskulenten mit einer unter konstantem Druck stehenden Spülflüssigkeit, die in Tropfenform aus der Vena cava wieder herauslief. Die Ausflußgeschwindigkeit, die bei gleichem Druck durch die Gefäßweite bestimmt wird, wurde durch die Zahl der Tropfen in der Minute gemessen. Fig. 6 zeigt die Ergebnisse einiger seiner Versuche. Die Abszisse gibt die Versuchszeit in Minuten, die Ordinate die Ausflußgeschwindigkeit (Tropfen in der Minute). Der Anschaulichkeit wegen habe ich Läwens Zahlen stets auf eine normale Anfangstropfenzahl von 100 in der Minute umgerechnet. Die Pfeile zeigen den Moment an, wo die Durchströmung mit der differenten Versuchslösung begann.

Kurve A: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin in 10 ccm indifferenter Flüssigkeit (Ringersche Flüssigkeit mit Zusatz von 1 % Gummi).

Die Tropfenzahl sinkt rasch von 100 auf 11, um dann bei Durchströmung mit Ringerscher Flüssigkeit allmählich wieder zur Norm zurückzukehren. Bei Durchspülung mit reiner Kokainlösung zeigte sich die merkwürdige, schon von Kobert und Brodie und Dixon festgestellte Tatsache, daß Kokain allein bei derartigen Durchströmungsversuchen überhaupt keine Gefäßkontraktion hervorruft.

Kurve B: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin und 0,01 g Kokain in 10 ccm Ringerscher Flüssigkeit. Die Ausflußgeschwindigkeit fällt schnell von 100 auf 3 Tropfen, um dann bei Durchströmung mit indifferenter Flüssigkeit wieder anzusteigen.

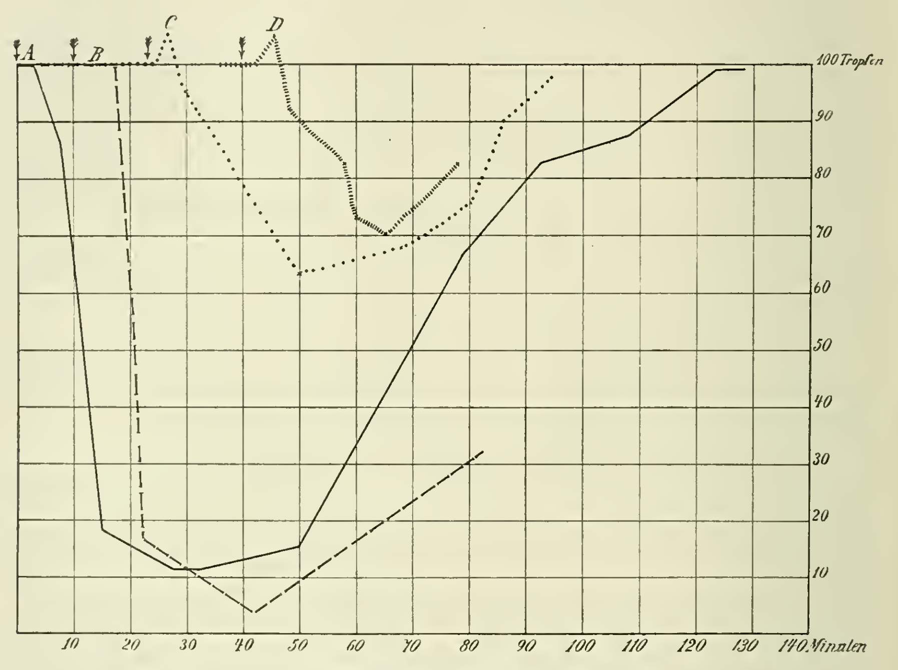


Fig. 6. *A* Suprarenin. *B* Suprarenin mit Kokain. *C* Suprarenin mit Eukain. *D* Suprarenin mit Tropakokain.

Kurve C: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin und 0,01 g Eukain-B in 10 ccm Ringerscher Lösung. Die Ausflußgeschwindigkeit sinkt von 100 auf 63 Tropfen in der Minute.

Kurve D: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin und 0,01 g Tropakokain in 10 ccm Ringerscher Lösung. Die Ausflußgeschwindigkeit sinkt von 100 auf 70 Tropfen in der Minute.

Man sieht also, wie allein das Kokain die gefäßverengernde Eigenschaft des Suprarenins nicht beeinträchtigt. Die übrigen Anästhetica (Holokain, Akoin, Nirvanin, Subkutin) in Verbindung mit Suprarenin sind von Recke untersucht worden. Bei allen findet zwar eine Steigerung ihrer anästhesierenden Potenz durch Suprareninzusatz statt,

dieselbe ist aber gering gegenüber dem Verhalten einer Kokain-Suprareninmischung. Stovain verhält sich ebenso, die Stovainanästhesie wird durch Suprarenin nur verhältnismäßig wenig gesteigert. Ausgezeichnet lassen sich dagegen die beiden neuen Mittel Alypin und Novokain mit Suprarenin kombinieren. Hierüber geben die folgenden Versuche Aufschluß, welche zu vergleichen sind mit den auf S. 132 und 135 mitgeteilten.

1. Zu 100 ccm der 0,1 prozentigen Alypinlösung werden fünf Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt. Bildung einer Hautquaddel. Die Injektion ist schmerzhaft. Es entsteht keine Hyperämie. Die Suprareninanämie kommt vielmehr zum vollen Ausdruck. Die weiße Quaddel liegt innerhalb eines um das vielfache größeren weißen Flecks. Die Anästhesie der Quaddel hält ungefähr zwei Stunden an, dann kehrt die Sensibilität allmählich zurück. An der Injektionsstelle bleibt bis zum nächsten Tag ein hyperämisches Infiltrat zurück.

2. $^1/_2$ prozentige Alypinlösung mit Zusatz von 0,8 % Kochsalz. 1 ccm dieser Lösung wird, nachdem ihm ein Tropfen Suprareninlösung 1 : 1000 zugesetzt ist, zirkulär im Unterhautzellgewebe am Grundgliede des vierten Fingers verteilt. Die Injektion ist schmerzhaft. Nach Ablauf von zehn Minuten ist der Finger bis an seine Spitze völlig anästhetisch geworden. Nach zwei Stunden beginnt die Sensibilität allmählich wiederzukehren, nach ungefähr drei Stunden ist sie überall wieder normal. Das Fingergrundglied bleibt mehrere Tage infiltriert, gerötet und schmerzhaft. $^1/_2$ prozentige Kokain- oder Eukainlösung mit dem gleichen Suprareninzusatz zeigt diese letztere Erscheinung nicht.

3. 0,1 prozentige isotonische Novokainlösung. Zu 100 ccm derselben werden fünf Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt. Bildung von Hautquaddeln am Vorderarm. Injektion schmerzlos. Sehr starke Anämie. Die Dauer der Quaddelanästhesie beträgt mehr als eine Stunde. Keinerlei Reaktion.

4. 1 prozentige Novokainlösung, der auf je 1 ccm zwei Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt sind. Bildung von Quaddeln am Vorderarm. Injektion schmerzlos. Dauer der die Quaddelgrenzen weit überschreitenden Anästhesie ungefähr vier Stunden. Die Suprareninwirkung ist überaus stark. Nach dem Abklingen der Suprareninanämie entsteht etwas Nachschmerz an der Injektionsstelle, sonst keine Reaktion.

5. $^1/_2$ ccm der gleichen Novokain-Suprareninlösung wird subkutan am Vorderarm injiziert. Die Haut über der Injektionsstelle sowie im Verlauf der getroffenen sensiblen Nerven wird für zweieinhalb bis drei Stunden gefühllos. Sehr starke Suprareninwirkung. Keine Reaktion.

6. $^1/_2$ prozentige Novokainlösung mit Zusatz von einem Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zu jedem Kubikzentimeter. 1 ccm dieser Lösung wird subkutan zirkulär in das Grundglied des vierten Fingers injiziert. Nach zehn Minuten ist der Finger total gefühllos und anämisch geworden. Nach 65 Minuten beginnt an der Fingerspitze die Sensibilität wiederzukehren. Bis zu ihrer völligen Rückkehr vergeht eine weitere Stunde. Kein Nachschmerz oder nachträgliche Schwellung des Fingers.

Es zeigt sich also, daß das Anästhesierungsvermögen der beiden Mittel durch den Suprareninzusatz enorm gesteigert wird. Für das Novokain hat das die außergewöhnliche Bedeutung, daß das Mittel erst durch diesen Zusatz zu einem brauchbaren Anästheticum gemacht wird, da seine örtliche Wirkung ohne den Zusatz zu flüchtig ist.

Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß die Ursache des Einflusses des Suprarenins und der suprareninhaltigen Nebennierenextrakte auf die örtliche Wirkung lokaler Anästhetica dieselbe ist, welche auch bei Abschnürung der Extremitäten und Abkühlung der Gewebe eine Steigerung der örtlich anästhesierenden Potenz dieser Mittel bedingt: die Herabsetzung der Vitalität der Gewebe durch das



Fig. 7.

dieselben vorübergehend fast völlig blutleer machende Suprarenin und die damit verbundene Verzögerung der Resorption des Mittels.

Den strikten Nachweis, daß die Resorption aus den unter der Einwirkung von Suprarenin stehenden Geweben bedeutend verlangsamt ist, und gleichzeitig ein anschauliches Bild über den Resorptionsverlauf bei Anwendung kleinster Dosen des Mittels liefern die Untersuchungen Klapps. Einer seiner Versuche mag hier wiedergegeben werden.

Einem Hund wurden 10 ccm 6,5 % Milchzuckerlösung subkutan unter die Rückenhaut injiziert und von Stunde zu Stunde die durch den Harn ausgeschiedenen Zuckermengen bestimmt. Drei Tage später wurde die gleiche Menge derselben Lösung mit Zusatz von zwei Tropfen einer Adrenalinlösung von 1 : 1000 injiziert und in gleicher Weise die Ausscheidung bestimmt.

In Fig. 7 sind auf der Horizontalen die Stunden, auf der Vertikalen die ausgeschiedenen Zuckermengen in Gramm bezeichnet. Die ausgezogene Kurve gibt die Verhältnisse für den ersten Versuch ohne Adrenalin wieder. Die Zucker-

ausscheidung beginnt sofort, erreicht in der 1. Stunde bereits ihr Maximum, um dann langsam abzufallen und in der 6. Stunde aufzuhören. Die gesamte, im Harn nachweisbare Zuckermenge betrug 0,569 g. — Die punktierte Kurve veranschaulicht das Ergebnis des zweiten Versuchs, wo die Resorption durch den Adrenalinzusatz verändert ist. In der 1. Stunde war kein Zucker im Harn nachweisbar, die Ausscheidung begann erst in der 2. Stunde, erreichte erst in der 5. Stunde ein Maximum, wesentlich niedriger als im ersten Versuch. Noch in der 8. Stunde nach der Injektion wurde Zucker ausgeschieden. Die Gesamtausscheidung betrug 0,343 g.

So erklärt sich also die bei Anwendung von Suprarenin zu beobachtende Steigerung der örtlichen Wirkung anderer Mittel durch die Verzögerung der parenchymatösen Resorption derselben.

Es lag daher die Vermutung nahe, daß bei gleichzeitiger Anwendung von Suprarenin und Kokain dessen toxische Wirkung abgeschwächt werden müsse. Eine Verzögerung der Resorption muß ja in diesem Sinn wirken. Freilich lagen die Verhältnisse doch noch anders als bei einer durch physikalische Ursachen hervorgerufenen Resorptionsverzögerung. Denn man führt außer dem Kokain noch ein zweites, toxisch wirkendes Mittel in den Körper ein, und es konnte sehr wohl der Fall sein, daß beide zusammen, wenn sie resorbiert werden, gerade besonders giftig wirken. Das ist nun durchaus nicht der Fall. Daß die Kokaintoxizität vielmehr bei gleichzeitiger Anwendung von Suprarenin herabgesetzt wird, hatten Moure und Brindel in der rhinolaryngologischen Praxis bereits beobachtet. Ich konnte das gleiche auch im zweckmäßig angeordneten Tierversuch erkennen, wenn ich in das Unterhautzellgewebe zuerst Suprarenin injizierte, dann abwartete, bis die Suprareninwirkung ihren Höhepunkt erreicht hatte, und nun, einige Minuten später, in die blutleer gewordenen Gewebe Kokain injizierte. Die Allgemeinwirkung toxischer Kokaindosen erwies sich dann nicht bloß verzögert, sondern auch gemildert*).

Diese Erscheinung schien in Versuchen von Dönitz noch viel auffallender hervorzutreten, wenn er die Wirkung reiner Kokainlösung mit der von Kokain-Suprareningemengen bei Injektion in den Lumbalsack von Katzen verglich. Dagegen glaubt Thieß gefunden zu haben, daß Kokain und Suprarenin bei subduraler Injektion toxischer wirken, als Kokain allein. Ich möchte hierzu bemerken, daß der Rückenmarkskanal kein sehr geeignetes Versuchsobjekt zur Entscheidung dieser Frage ist. Denn die Wirkungen von Giften, welche in den Medullarsack injiziert werden, sind sicher nicht resorptive, sondern Folge einer direkten Einwirkung auf die nervösen Zentralorgane. Neuerdings hat auch Sikemeyer bei einer Nachprüfung meiner Versuche gefunden, daß die zentrale toxische Kokainwirkung durch Suprarenin zwar verzögert, aber nicht gemildert werde.

*) Archiv f. klinische Chirurgie. Bd. 69.

Ich lege auf die Ergebnisse dieser, wie meiner diesbezüglichen Versuche keinerlei Gewicht. Die Tatsache, daß Suprareninzusatz die Resorption einer subkutan injizierten Kokainlösung bedeutend verzögert, steht fest, ebenso seit langer Zeit die Tatsache, daß eine Kokaindosis, welche langsam in den Kreislauf gelangt, weniger toxisch wirkt, als wenn sie schnell resorbiert wird.

Wie dem auch sei, in der Praxis wird man daran festhalten müssen, daß man zwei toxische Mittel mit mindestens ebenso großer Vorsicht anzuwenden hat, wie eins von beiden. Der praktische Wert des Suprareninzusatzes zu Kokainlösungen beruht nicht darauf, daß die Kokaindosis erhöht werden kann, sondern darin, daß mit kleinen Kokaindosen und verdünnten Kokainlösungen, wenn Suprarenin zugesetzt wird, dieselben Wirkungen erzielt werden wie früher mit größeren Kokaindosen und konzentrierten Lösungen.

Bei der praktischen Anwendung von Suprarenin ist die Beobachtung folgender Punkte unerläßlich.

Es ist eine selbstverständliche Voraussetzung, daß man von einem so different wirkenden Mittel stets frische, gleichmäßig wirksame, reine Lösungen zur Verfügung haben muß, wenn man sich seiner bedienen will. Eine Anzahl übler Zufälle, welche in der ersten Zeit nach der Einführung des Suprarenins beobachtet wurden, sind zweifellos durch den Gebrauch unreiner oder alter Lösungen verursacht. Enderlen hatte z. B. nach Injektion von 6 ccm einer 1% Kokainlösung, welcher 6—8 Tropfen einer Adrenalinlösung von 1 : 1000 zugesetzt waren, einen Todesfall zu beklagen. Es stellte sich nachher heraus, daß die Injektion dieser Lösung, sowohl bei Enderlen selbst als bei anderen Personen, niemals von Anästhesie, sondern stets von Schmerzen, starkem Unbehagen, Brechneigung usw. gefolgt war. Die Lösung muß also noch etwas anderes als Kokain und Adrenalin enthalten haben.

Nachdem es gelungen ist, Suprarenin synthetisch fabrikmäßig herzustellen, wird von der Verwendung der aus den Nebennieren der Schlachttiere gewonnenen Präparate abzusehen sein. Von den synthetisch gewonnenen Präparaten kommen folgende in Betracht. Zunächst das Dioxyphenyläthanolmethylamin (synthetisches Suprarenin, s. Nr. 5, S. 149). Das erste ist nach den Untersuchungen von Biberfeld in seinen sämtlichen pharmakologischen Wirkungen qualitativ und quantitativ identisch mit dem natürlichen Suprarenin. Das zweite Präparat (Nr. 4, S. 149, Arterenin genannt), zeigt die gleiche gefäßkontrahierende und blutdrucksteigernde Wirkung, wie Suprarenin, erwies sich aber, wenigstens für Kaninchen, viel weniger toxisch wie Suprarenin. Die Tiere vertrugen die doppelte und dreifache der beim Suprarenin tödlichen Dosis, ohne

daß schwere Vergiftung eintrat. Beide Mittel, in Lösung von 1 : 1000, sind von mir geprüft worden. Ihre örtliche Wirkung unterschied sich weder qualitativ noch quantitativ von derjenigen einer Lösung des natürlichen Suprarenins von 1 : 1000. Beide Mittel sind, wie das natürliche Suprarenin, nur unter Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln in salzsäurehaltigem Wasser löslich. Man ist deshalb auf den Bezug fertiger Lösungen angewiesen, welche freie Salzsäure enthalten und eine beschränkte Haltbarkeit besitzen. Jedenfalls dürfen nur wasserklare, ungefärbte Lösungen Verwendung finden. Von besonderer praktischer Bedeutung erscheint mir deshalb das S. 149, Nr. 3 erwähnte Äthylamino-Azetobrenzkatechin. Das salzsaure Salz dieses Alkaloids (Homorenon genannt) ist ein in Wasser sehr leicht löslicher, gut haltbare, auskochbare Lösungen liefernder, kristallinischer Körper, welcher die gleichen pharmakologischen Eigenschaften zeigt wie Suprarenin, aber ungefähr 50 mal schwächer wirksam und ebenso etwa 50 mal weniger toxisch ist, wie Suprarenin. Es entspricht daher eine 5% Lösung des Homorenons in seiner Wirkung derjenigen einer Suprareninlösung von 1 : 1000. Eine Prüfung des Mittels ergab, daß die gefäßkontrahierende Wirkung der 5% Homorenonlösung fast ebenso stark ist, wie die der entsprechenden Suprareninlösung, und daß die Lösungen sich beim Menschen intrakutan und subkutan injizieren lassen, ohne Reizung oder Gewebsschädigung zu verursachen. Ich halte das Homorenon deshalb für ganz besonders geeignet für unsere Zwecke. Denn der Arzt kann sich die Lösungen, die er braucht, stets aus Pulvern oder Tabletten selbst herstellen. Von den aus Nebennieren gewonnenen Präparaten war nur das Suprareninum boricum der Höchster Farbwerke in gleicher Weise zu verwenden.

Weiter ist die Dosierung der Mittel zu beachten. Denn es unterliegt keinem Zweifel, daß sie neben ihrer örtlichen Wirkung höchst intensive toxische Wirkungen entfalten können, wenn sie in wirksamer Menge und Konzentration in den Kreislauf gelangen.

Versuche an Tieren haben ergeben, daß, ähnlich wie beim Kokain, die toxische Wirkung des Suprarenins bei intravenöser Injektion, wo die eingeführte Dosis ohne Abzug in den Kreislauf gelangt, ganz enorm viel größer ist wie bei subkutaner Injektion, wo nicht bloß die Resorption verlangsamt ist, sondern auch ein Teil des Mittels gar nicht resorbiert wird. Nach Batelli und Taramasio, Bouchard und Claude führt eine Dosis von 0,0001 bis 0,0002 pro Kilo, intravenös bei Kaninchen oder Meerschweinchen injiziert, stets den Tod des Tieres herbei, während bei subkutaner Injektion die tödliche Dosis

große Schwankungen zeigt und zwischen 0,002 und 0,02 liegt. Stets tödlich war für das Meerschweinchen 0,01, für das Kaninchen 0,02 pro Kilo. Batelli sagt, daß das Mittel, auf intravenösem Wege einverleibt, etwa 40mal toxischer wirke als bei subkutaner Injektion. Die verhältnismäßig geringe Toxizität des Mittels bei subkutaner Injektion ist leicht zu verstehen, wenn man bedenkt, daß eine örtliche Wirkung an und für sich der Resorption entgegenwirkt.

Die Suprareninvergiftung äußert sich bei Tieren in Lähmung der Extremitäten mit tonischen und klonischen Krämpfen, Opisthotonus und Mydriasis, beschleunigter Atmung und Lungenödem, Anämie der Eingeweide, Glykosurie. Durch längere Zeit wiederholte, intravenöse Injektion kleiner Dosen von Suprarenin konnten Josué und Löper, Erb und Külbs bei Tieren Verkalkung der Aorta, der Koronargefäße und des Herzens erzeugen.

Die ersten Versuche, die Dosierung des subkutan injizierten Mittels beim Menschen kennen zu lernen, habe ich [im Jahr 1902*)] an mir selbst angestellt. Ich injizierte mir unter die Haut des Vorderarms Suprareninlösung 1:1000 in steigender Dosis. Bei wenig über 0,5 mg (= $^1/_2$ ccm) machten sich Allgemeinerscheinungen bemerkbar. Fünf Minuten nach der Injektion hatte ich ein Opressionsgefühl auf der Brust, Herzklopfen, mußte schneller und tiefer atmen, die Zahl der Herzschläge stieg von 64 auf 94 in der Minute. Ich mußte mich hinlegen, doch schon nach $1^1/_2$ Minuten waren diese Erscheinungen verschwunden, Glykosurie trat nicht auf. Wenn ich die Adrenalinlösung mit der zehnfachen Menge Kochsalzlösung verdünnte, so konnte ich mir bis zu 1 mg injizieren, ohne daß ich eine Nebenwirkung bemerkte. Dönitz beobachtete an sich selbst ähnliche Erscheinungen wie ich, aber erst bei subkutaner Injektion von $1^1/_2$ mg Adrenalin in Lösung von 1:1000, Thies injizierte bei Menschen mit gesunden Kreislauforganen subkutan in zwei Fällen 1 mg Adrenalin in Lösung von 1:2000, in einem Fall 0,2 mg in Lösung von 1:10000 und konstatierte darauf eine Steigerung des Blutdrucks um 15 bis 45 mm Quecksilber, die einige Minuten nach der Injektion einsetzte und drei bis acht Minuten anhielt. Andere Allgemeinerscheinungen traten dabei nicht auf.

Über die Anwendung des Suprarenins liegen jetzt so ausgedehnte Erfahrungen am Menschen vor, daß wir uns im weiteren kurz fassen können.

Absolut unzulässig ist die subkutane Injektion der käuflichen Suprareninlösung von 1:1000, sowie der entsprechend wirkenden

*) Archiv f. klinische Chirurgie. Bd. 69.

Homorenonlösung von 5:100. Sie dürfen allenfalls zur Bepinselung von Schleimhäuten gebraucht werden, während sie in Verbindung mit anästhesierenden Mitteln zu Gewebsinjektionen stets sehr stark verdünnt werden müssen. Ich hatte früher als Maximaldosis für Suprarenin $^1/_2$ mg angegeben. Beim Gebrauch stark verdünnter Lösungen kann diese Dosis um mehr als das doppelte erhöht werden, ohne daß Nebenwirkungen beim Menschen überhaupt nur in Frage kommen. An den Nebenwirkungen, welche anfangs namentlich bei Zahnextraktionen beobachtet wurden, ist meiner Ansicht nach das Kokain nicht unschuldig gewesen, denn seit der Einführung des Novokains fehlen solche Nebenwirkungen gänzlich, auch wenn mehr Suprarenin gebraucht wird als früher. Beim Homorenon habe ich in letzter Zeit eine Dosis von 0,05, also die 50fache Menge der entsprechenden Suprarenindosis wiederholt überschritten, ohne daß ich von Nebenwirkungen etwas gesehen hätte.

Es sind auch noch andere Gründe, als die Rücksicht auf Allgemeinerscheinungen, vorhanden, die es ratsam erscheinen lassen, Suprarenin nur in ganz kleiner Dosis und in sehr großer Verdünnung zu brauchen. Es sind namentlich in der Nase, im Kehlkopf, in der Blase in vereinzelten Fällen Nachblutungen nach Operationen in den blutleer gemachten Geweben beobachtet worden, ich selbst sah nach Exstirpation eines subkutan gelegenen Tumors, einem der ersten Fälle, wo ich Suprarenin injizierte, ein großes Hämatom entstehen. Nun gehört nach meiner Beobachtung eine Hyperämie, die sich der Anämie anschließt, nicht wesentlich zum Bild der örtlichen Suprareninwirkung, ich konnte namentlich bei den vielen Versuchen am eigenen Körper sehen, daß der Suprareninanämie keine Gefäßerschlaffung, wie etwa nach Lösung der Konstriktionsbinde an den Extremitäten, folgt, sondern allmählich sich die normale Zirkulation wieder herstellt. Das Eintreten einer starken Hyperämie, wie sie nach Injektion von Suprarenin in der Leber von Kaninchen von Lehmann beschrieben wird, merkwürdigerweise ohne daß aus der Schnittfläche Blut austrat, habe ich beim Menschen nie bemerkt. Es sind deshalb Nachblutungen auch kaum zu erwarten und bisher auch nicht beobachtet in Wunden, wo eine regelrechte Blutstillung vorgenommen worden ist, oder welche tamponiert wurden. Wohl aber liegt diese Möglichkeit vor, wenn die Suprareninwirkung so stark gewesen war, daß die Gewebe vollkommen weiß und blutleer sind und auch Arterien mittleren Kalibers sich bis zum Verschluß ihres Lumens kontrahiert haben. Daß das letztere möglich ist, habe ich, ebenfalls im Anfang meiner Praxis mit Suprarenin, bei Fingerexartikulationen gesehen, wo aus den durchschnittenen

Hauptarterien auch nicht ein Tropfen Blut austrat. Man ist dann oft gar nicht in der Lage, eine genügende Blutstillung vorzunehmen; wenn man eine solche Wunde näht, können Hämatome, bleibt sie offen, wie in der Nase, im Mund, in der Blase, so können Nachblutungen entstehen. Es handelt sich also hier um verzögerte Blutungen, die man eben gestillt hätte, wenn sie schon im Verlauf der Operation sich gezeigt hätten, nicht aber um eine besondere Neigung der dem Suprarenin ausgesetzt gewesenen Gewebe zu Blutungen. Wenn man das weiß und beobachtet, so wird man sich vor ihnen schützen können. Auf dem Gebiet der eigentlichen chirurgischen Operationen wenigstens existiert die Frage der Nachblutungen nicht, wenn das Suprarenin in kleinsten Dosen und großer Verdünnung angewendet wird, wobei eine vollständige Unterbrechung der Zirkulation nicht zustande kommt, und vor Schluß der Wunde eine peinlich genaue Blutstillung vorgenommen wird. Eine übertrieben starke örtliche Suprareninwirkung mit stundenlang gestörter Zirkulation könnte endlich, worauf Thies und Neugebauer aufmerksam machen, die Ernährung der Gewebe beeinträchtigen und ist deshalb zu vermeiden. An und für sich schädigt das Suprarenin in verdünnter Lösung die Gewebe, in welche es injiziert worden ist, in keiner Weise, hindert auch in keiner Weise die Heilung der Wunden. Die auch mit kleinster, weit unter der toxischen liegenden Dosis zu erreichende Aufhebung der parenchymatösen Blutung, besonders aus sehr blutreichen, entzündeten Geweben, wird niemand, der sie kennen gelernt hat, wieder vermissen wollen.

Bei Kindern und Greisen ist die Dosierung des Suprarenins natürlich, wie die aller Gifte, geringer zu bemessen, ebenso namentlich bei Menschen mit Arteriosklerose, wegen der mit der Anwendung des Suprarenins unvermeidlich verbundenen, wenn auch nur flüchtigen Blutdrucksteigerung. Bestehende Schwangerschaft ist nach meinen Erfahrungen keine Kontraindikation gegen den Gebrauch des Suprarenins.

Unter Beobachtung dieser Verhältnisse und der in den späteren Kapiteln dieses Buches gegebenen speziellen Vorschriften über Dosierung und Anwendung von Kokain- bzw. Novokain-Suprareninlösungen ist deren Anwendung mit keinerlei Gefahren oder Übelständen irgendwelcher Art verknüpft. Vielmehr hat auf allen Gebieten die Lokalanästhesie durch die Einführung des Suprarenins eine ganz erhebliche Förderung erfahren; ihre Grenzen sind erweitert, ihre Erfolge sind sicherer, ihre Technik ist in mancher Beziehung vereinfacht, ihre Anwendung in manchen Disziplinen weniger gefährlich geworden. Sie kann sich daher ihres neuen Bundesgenossen wohl freuen.

---

9. Kapitel.

Die verschiedenen Methoden der Verwendung örtlich anästhesierender Arzneimittel.

1. Anästhesierung von Oberflächen (Schleimhäuten, serösen Häuten und Synovialmembranen, Wunden).

Diejenige Form, in der die Kokainanästhesie durch Koller zuerst praktische Verwendung gefunden hat, war die Anästhesierung der Bindehaut durch Einträufeln von Kokainlösungen in das Auge. In gleicher Weise sind alle anderen Schleimhäute der Kokainisierung zugänglich. Auch die Blasenschleimhaut, welche bekanntlich für manche Substanzen überhaupt nicht durchlässig ist. Die entstehende Anästhesie ist eine terminale, sie ist offenbar von dem Resorptionsvermögen der betreffenden Schleimhaut nicht wesentlich abhängig, letztere verhält sich vielmehr passiv, kleine Mengen der auf ihre Oberfläche gebrachten Lösungen diffundieren durch das Epithel und gelangen auf diese Weise in Kontakt mit den in der Mucosa gelegenen Nervenendigungen. Über die Mucosa selbst geht die Anästhesie gewöhnlich nicht hinaus. Die Anwendung der Mittel erfolgt durch Aufpinseln, Auflegen von Wattebäuschen, die mit der anästhesierenden Lösung getränkt sind, Aufspritzen letzterer mittels eines kleinen Sprays, Einträufeln in das Auge, Injektion in die Urethra und Blase. Die für einen ausreichenden Erfolg nötige Konzentration richtet sich nach der Art, wie man sie auf die Schleimhaut zu applizieren in der Lage ist. Muß die Anästhesie durch Bepinseln, Auflegen von Tampons oder durch den Spray erzielt werden, so sind im allgemeinen sehr konzentrierte, 10—20% Lösungen nötig, will man genügend schnell eine genügend anhaltende Anästhesie erhalten; bei der Einträufelung in das Auge und Einbringen in die Urethra kann man schon einen viel länger dauernden Kontakt der Schleimhaut mit dem Anästheticum erzielen, deshalb können die Lösungen weniger konzentriert sein. In der Blase endlich rufen sehr verdünnte Lösungen, wenn man sie nur lange genug einwirken läßt, ebensogut Anästhesie hervor, als konzentrierte Lösungen. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß zur Verhütung von Kokainvergiftung bei Anwendung auf Schleimhäute niemals irgend welche Dosis maßgebend sein kann, sondern nur die Konzentration der Lösung und die Größe der mit ihr behandelten Schleimhautfläche, durch welche das Mittel in den Körper eindringen kann, berücksichtigt werden muß. Größere Schleimhaut-

flächen dürfen nicht auf einmal mit konzentrierten Lösungen in Kontakt gebracht werden, deren Anwendung ist auf möglichst zirkumskripte Stellen zu beschränken.

Von großer Bedeutung für die Schleimhautanästhesierung ist die Verwendung von Suprarenin. Ein geringer Suprareninzusatz zur Kokainlösung ermöglicht es, die in der Laryngologie, Rhinologie und zum Teil auch der Urologie bisher unentbehrlich gebliebenen hochkonzentrierten Kokainlösungen mit ihren Nebenwirkungen zu vermeiden. Auf diese Eigenschaft des Suprarenins, ein „Kokainsparer“ zu sein, wies schon Swain hin, der das Mittel in die Laryngologie einführte, nachher Bukofzer u. a. Nach Moure und Brindel genügt jetzt eine $3\frac{1}{2}\%$ Kokainlösung, nach Bukofzer und Rode eine solche von 5% mit Zusatz von etwas Suprarenin zur Anästhesierung der Kehlkopf- und Nasenschleimhaut. Es wird damit eine Anästhesie von bisher nicht gekannter Dauer und Tiefe erzielt.

Über den Ersatz des Kokains durch andere Mittel wird in den speziellen Kapiteln das Nötige gesagt werden. Über die Anwendung starker Abkühlung als Hilfsmittel bei der Schleimhautanästhesierung und die Verwendung des in Chloräthyl gelösten basischen Kokains vgl. S. 104.

Ebenso wie auf Schleimhäute wirken die örtlichen Anästhetica auch auf andere für sie durchlässige Membranen, wenn sie auf deren Oberfläche appliziert werden. Auf diese Weise kann z. B. die peritoneale Auskleidung von Bruchsäcken bei Herniotomien und die Tunica vaginalis communis empfindungslos gemacht werden; erstere, indem sie nach der Eröffnung mit anästhesierenden Lösungen bestrichen wird — Schleich empfiehlt hierzu Tropakokain in Substanz —, letztere indem man die Skrotalhöhle mittels einer Hohlnadel mit der Lösung füllt. Konzentriertere Kokainlösungen sind hierbei durchaus zu vermeiden, für die Tunica vaginalis genügen vollkommen, selbst ohne Suprareninzusatz, $0{,}1\%$ Kokain- oder Eukain-B-Lösungen, wenn man die Skrotalhöhle prall mit ihnen anfüllt und 20—30 Minuten wartet, ehe man sie wieder auslaufen läßt.

Die Innenfläche von Gelenkhöhlen wird gleichfalls insensibel, wenn man sie mit anästhesierenden Lösungen füllt. (Reclus, Lorenz, von Hacker [nach Ried].) Das kann benutzt werden zur Punktion und Auswaschung der Gelenke bei Hydarthros, zu Ausführung von Jodoform- oder Jodinjektionen in tuberkulöse Gelenke, zur Arthrotomie. Lorenz bewerkstelligte das Redressement kontrakter Plattfüße, nachdem er Kokainlösung in das Talo-naviculargelenk injiziert hatte. Ich habe mich oft davon überzeugen können, daß $0{,}1\%$ Kokain- oder

Eukain-B-Lösung, wenn man ein Gelenk prall mit ihr anfüllt und einige Zeit darin stehen läßt, die Synovialis ganz unempfindlich macht, daß sehr schmerzhafte tuberkulöse Gelenke, wenn sie noch nicht verödet waren, nach der Injektion plötzlich schmerzlos beweglich wurden, Kontrakturen beseitigt und Jodoforminjektionen ausgeführt werden konnten.

Endlich können frische und granulierende Wundflächen oder freigelegte Nervenstämme durch Applikation örtlich anästhesierender Mittel auf ihre Oberfläche unempfindlich gemacht werden. Für den ersten Zweck — indessen zur Schmerzlinderung und nicht zur operativen Anästhesie — wurde Orthoform, neuerdings das ihm vorzuziehende Anästhesin empfohlen; freiliegende Nervenstämme rät Schleich, durch Betupfen mit 5% Karbolsäurelösung, 5—10% Kokainlösung oder durch Auflegen eines Körnchens Kokain oder Tropakokain in Substanz unempfindlich zu machen.

2. Die elektrische Kataphorese als Hilfsmittel der Lokalanästhesie.

Die unverletzte menschliche Haut ist undurchlässig für die meisten Substanzen, welche in wässeriger Lösung auf sie einwirken; etwas leichter dringen dieselben ein, wenn sie in Alkohol, Äther oder Chloroform gelöst sind. (Parisot.) Munk wies nach, daß mittels des galvanischen Stromes Medikamente in den Körper eingeführt werden können. Wird die positive Schwammelektrode einer galvanischen Batterie mit Strychninlösung getränkt und der Strom durch ein Kaninchen geleitet, so geht dasselbe nach fünf Minuten an Strychninvergiftung zugrunde. Beim Menschen gelang die Einführung von Jodkali und Chinin auf diesem Wege. Diese seit langer Zeit unter dem Namen Kataphorese bekannte Wirkung des elektrischen Stromes versuchten Wagner und Herzog für die Lokalanästhesie zu verwerten. Wagner setzte die mit Kokainlösung getränkte Anode auf die Haut und sah nach einiger Zeit letztere unempfindlich werden. Die Intensität dieser Wirkung hängt ab von der Konzentration der Kokainlösung, von der Stromstärke und steht im umgekehrten Verhältnis zum Durchmesser der Elektrode. Bei einem Durchmesser derselben von $2\frac{1}{2}$ cm, bei Verwendung von 5% Kokainlösung und einer Stromstärke 5 M.-A. dauerte es vier bis fünf Minuten, bis die Haut anästhetisch wurde. Durch Unterbrechung des Blutstromes an der Extremität, an der die Versuche ausgeführt wurden, konnte die an und für sich geringe Dauer der Anästhesie verlängert werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Herzog, Corning und Peterson. Die erzielte Anästhesie betrifft

nur die Cutis, auf tiefer liegende Gewebe, namentlich Nervenstämme, ließ sie sich nicht ausdehnen. (Herzog.) Etwas tiefer ging die Wirkung nach Corning, wenn er mit einem dem Baunscheidtschen ähnlichen Instrument zuvor die Haut verletzt hatte. Besondere, für die Kataphorese geeignete Elektroden, welche die zu prüfende Lösung enthalten, sind von Adamkiewicz, Stinzing und Peterson angegeben. Von diesen ist diejenige von Adamkiewicz fehlerhaft, wie Peterson sagt, „with inexcusable stupidity" konstruiert, da der Strom bei ihr gar nicht durch die in ihr befindliche Flüssigkeit gehen kann. Ich habe eine Reihe von Versuchen mit Kokain-Suprareninmischungen angestellt, aber um auch nur zu konstatieren, daß der mit dem Verfahren verbundene Umstand nicht im Verhältnis steht zu dem mit ihm zu gewinnenden Nutzen. Ich habe ferner, ebenfalls ohne Erfolg, subkutan injizierte Kokainlösungen durch den galvanischen Strom in tiefer liegende Gewebe überzuführen versucht. Von einer praktischen Verwendung der Kokainkataphorese verlautet daher auch nur wenig. Corning und Peterson brauchten sie bei nervösen Hyperästhesien und Neuralgien, Harries verwendete sie zur Ausführung der Ignipunktur. Nach späteren Untersuchungen Petersons reicht die durch 10—20% Kokainlösungen an der Anode hervorgerufene Anästhesie für kleine Operationen aus. In der Zahnheilkunde hat die kataphorische Applikation von Kokainlösungen und Kokain-Guajakollösungen eine Zeitlang Verwendung gefunden zur Anästhesierung sensiblen Dentins und zur Zahnextraktion. Die Erfolge des Verfahrens sind auch da trotz vielfacher Anpreisung des Verfahrens offenbar nicht sehr ermutigende gewesen (vgl. die Monographie von Dorn).

Immerhin wäre wohl eine erneute Untersuchung der Kokainkataphorese mit den modernen Stromarten nicht ohne Interesse. Vielleicht ist der Methode dann doch noch etwas mehr abzugewinnen.

3. Infiltrationsanästhesie.

Unter Infiltrationsanästhesie verstehen wir eine terminale Anästhesie, welche zustande kommt, wenn mittels Spritze und Hohlnadel die Gewebe mit anästhesierenden Lösungen durchtränkt, infiltriert werden. Bei Verwendung geeigneter Mittel werden die in den infiltrierten Geweben liegenden Nervenelemente funktionsunfähig; enthalten die injizierten Lösungen das Anästheticum in sehr großem Überschuß, so geht dessen Wirkung infolge von Diffusion auch über das infiltrierte Gebiet hinaus. Diese sekundäre Anästhesie kann man indirekte Infiltrationsanästhesie nennen (s. S. 70). In jedem Fall ist die Wirkung

eine Folge des Kontaktes des Anästheticums mit den sensiblen Nervenelementen. Die treffende Bezeichnung „Infiltrationsanästhesie“ stammt von Schleich, es ist aber nicht angängig, sie zu beschränken auf das von ihm beschriebene Verfahren, welches sich von älteren durch die größere Verdünnung der angewendeten Kokainlösungen unterscheidet. Kokainlösungen sind fast immer in Form der Infiltrationsanästhesie gebraucht worden, anfangs allerdings meist in Form der indirekten Infiltrationsanästhesie: in gewissen Abständen wurden Depots konzentrierter Kokainlösung in die Gewebe injiziert und abgewartet, eventuell unter Zuhilfenahme der Esmarchschen Blutleere, bis das ganze Operationsfeld anästhetisch geworden war. Auf Seite 76 aber wurde bereits ausgeführt, wie schon bald nach Einführung des Kokains viele Chirurgen darauf hinwiesen, daß die zu durchtrennenden Gewebe möglichst vollständig mit Kokainlösung durchtränkt werden müssen, wenn man sichere Wirkungen haben will, und daß Roberts bereits 1885 die später von Reclus und Schleich angewendete Infiltration der Haut durch Quaddelbildung in der Ausdehnung des beabsichtigten Schnittes beschrieben hat. Die detaillierte technische Ausbildung der Infiltrationsanästhesie zu einer relativen Vollkommenheit verdanken wir Reclus und Schleich. Das Vorgehen beider unterscheidet sich, im Prinzip wenigstens, nicht voneinander. Wir kennen Reclus' Technik aus seinen zahlreichen eigenen Arbeiten, deren erste im Jahre 1889 erschien, und denen seiner Schüler (Auber, Fillion, Legrand, Kendirdjy). Er hat sie erst kürzlich in einer ausgezeichneten Monographie wieder geschildert. Sie besteht, kurz gesagt, darin, daß die Haut durch endermale Injektion in der Ausdehnung des Hautschnitts mit Kokainlösung infiltriert, und daß jede weitere Gewebsschicht ebenfalls mit der Lösung durchtränkt wird, ehe man sie durchschneidet. Reclus war mit der Konzentration der Kokainlösungen bereits 1893 auf 1 %, später auf ½ % zurückgegangen, er benutzte für gewöhnlich nicht mehr die Fernwirkungen von Kokainlösungen, es handelt sich bei seinem Verfahren nicht mehr um indirekte Infiltrationsanästhesie. Reclus beschränkte seine Methode von Anfang an nicht auf die kleine Chirurgie, sondern lehrte, sie bei allen möglichen größeren Operationen, Herniotomien und anderen Bauchoperationen, Rippenresektionen und vielen anderen anzuwenden. Nach seinen Erfahrungen, die an mehr als 7000 Fällen gewonnen sind, erscheint das Verfahren völlig gefahrlos, wenn man nach seinen Seite 97 erwähnten Vorschriften verfährt, obwohl er eine Kokaindosis von 0,2 nicht scheut. Ceci, der ebenfalls ½ % Kokainlösungen in der Hauptsache in Form der Infiltrations-

anästhesie anwendet, sah unter 4054 Fällen einige Male Hirnanämie und psychische Erregung, sonst aber kein Symptom von Kokainvergiftung. Man kann daher der Behauptung Schleichs nicht beistimmen, daß die — regelrecht angewendete — Kokainanästhesie gefährlicher als die Chloroformnarkose sei. In Deutschland ist die Reclussche Infiltrationsanästhesie im ganzen wenig bekannt und wenig angewendet worden, in der Hauptsache wohl deshalb, weil man Bedenken trug, die für ausgedehntere operative Eingriffe nötigen, verhältnismäßig hohen Kokaindosen zu brauchen, vor allem aber, weil Schleich gezeigt hatte, daß man die Konzentration der Kokainlösungen noch weiter herabsetzen und mit sehr kleinen Dosen oft eine ausreichende Anästhesie erzielen kann, wenn die Gewebe ausgiebiger als bisher infiltriert werden. Es macht einige Mühe, um diese einfache und wichtige Tatsache, deren Erkenntnis wir Schleich zu verdanken haben, aus dem hypothetischen Zierat, hinter dem sie ihr Autor versteckt hat, herauszufinden. Schleich berichtete bereits im Jahre 1891 über 224 Operationen, darunter Herniotomien und Laparotomien, die er mit Hilfe 0,2% Kokainlösung unter gleichzeitiger Verwendung des Äthersprays ausgeführt hat. Eine Kokaindosis von 0,04 wurde dabei nicht überschritten. Er hielt die Abkühlung der Haut nur deshalb für wichtig, weil dadurch der Schmerz des Einstiches der Hohlnadel verhütet werden sollte. Wir wissen jetzt, daß die Abkühlung durch den Ätherspray eine sehr bedeutende Steigerung der Kokainwirkung hervorruft. Auch in der 1894 erschienenen Monographie Schleichs erscheint die Anwendung des Äther- und Chloräthylsprays als ein integrierender Bestandteil der Infiltrationsanästhesie.

Schleich bediente sich zur Infiltration der Gewebe dreier verschiedener Kokainlösungen von folgender Zusammensetzung:

I.	Kokain. mur.	0,2
	Natri chlorati	0,2
	Morphini muriat.	0,02
	Aquae destil.	100,0.
II.	Kokain. mur.	0,1
	Natri chlorati	0,2
	Morphini muriat.	0,02
	Aquae destil.	100,0.
III.	Kokain. mur.	0,01
	Natri chlorati	0,2
	Morphini mur.	0,005
	Aquae dest.	100,0.

Die drei Salzgemenge werden in Pulverform gemischt vorrätig gehalten und kurz vor dem Gebrauch in abgekochtem Wasser gelöst. Die Lösung Nr. II mit 0,1 % Kokaingehalt wird am meisten (in fast 95 % aller Fälle) angewendet, die Lösung I dient zur Anästhesierung hyperästhetischer, namentlich entzündeter Gewebe, die Lösung III mit 0,01 % Kokain kommt zur Verwendung, wenn mit den anderen die Kokainmaximaldosis annähernd erreicht ist, auch zur Infiltration weniger nerven- und empfindungsreicher Gewebe. Nur ausnahmsweise nötigt nach Schleich die Hyperästhesie der Teile zu einer Infiltration mit einer $^1/_2$ % Kokainlösung.

Die Zusammensetzung der obenerwähnten Lösungen ergab sich Schleich aus folgenden Beobachtungen. Er hatte bei Quaddeluntersuchungen gefunden, daß Wasser und 0,2 % Kochsalzlösung Anästhesie der mit ihnen infiltrierten Gewebe hervorrufen, während 0,75 % Kochsalzlösung die Sensibilität intakt läßt, daß ferner die Wirkung sehr verdünnter Kokainlösungen vollkommener wird, wenn man das Mittel in Wasser oder 0,2 % Kochsalzlösung auflöst, wie wenn physiologische Kochsalzlösung als Lösungsmittel dient. Da aber reines Wasser bei der Injektion sehr stark reizt, so fügte er seinen Kokainlösungen 0,2 % Kochsalz hinzu. Über die Wirkung der Lösungen, die er indifferente Flüssigkeiten nennt, machte sich Schleich folgende Vorstellungen. „Die Anästhesie wird getragen durch die Flüssigkeit an sich. Sie ist eine mehr physikalische Methode, denn die chemischen Faktoren (also die Wirkungen der zugesetzten Nervina) kommen nur soweit in Betracht, als der Einspritzungsschmerz der Lösung überkompensiert werden soll. Träger der eigentlichen Schmerzlosigkeit ist aber vor allem die wässerige Lösung.“ Daneben wirke die künstliche Ödemisierung der Gewebe selbst anästhesierend durch den auf die Nervensubstanz ausgeübten Druck, durch die entstehende Blutarmut der Gewebe, durch die Temperaturdifferenz zwischen Körper und Lösung. (Schleich empfiehlt Kokainlösungen abgekühlt zu injizieren.) Hierzu ist folgendes zu bemerken. Zunächst hat ja doch Schleich selbst beobachtet, daß die Infiltration der Gewebe mit physiologischer Kochsalzlösung die Sensibilität nicht verändert. Infiltriert man die Gewebe prall mit einer wirklich indifferenten, d. h. isosmotischen 0,9 % Kochsalzlösung, erwärmt oder abgekühlt, so entsteht, wie Heinze und ich am eigenen Körper feststellten, niemals eine Herabsetzung der Sensibilität, vielmehr Hyperästhesie. Die Ödemisierung an sich verursacht also stets eine erhöhte Erregbarkeit der Nerven, nicht aber wirkt sie anästhesierend. Die forcierte Anfüllung eines umfangreichen Gewebsgebiets mit annähernd auf 0° abgekühlten Lösungen kann vielleicht im Verein mit der künstlich erzeugten örtlichen Blutarmut infolge Herabsetzung der Vitalität der Gewebe und im Sinne der im 8. Kap. enthaltenen Ausführungen eine gewisse Steigerung der spezifischen Wirkung der den Lösungen zugesetzten örtlichen Anästhetica hervorrufen. Es erscheint mir aber höchst zweifelhaft, ob diesem Umstand eine nennenswerte Bedeutung beizulegen ist, jedenfalls ist diese Wirkung der Gewebsinjektion keine physikalische. Die einzige physikalische Nebenwirkung, durch welche die Schleichschen Lösungen außer ihrem Kokaingehalt die Sensibilität herabsetzen, anästhesierend wirken können, ist die Gewebsquellung; sie verursachen einen gewissen Grad von

Quellungsanästhesie (S. 54). Über die Intensität derselben gibt die Gefrierpunktsbestimmung der Schleichschen Lösungen Auskunft. Den Gefrierpunkt der Lösung I bestimmte ich auf −0,156°, den der Lösung II auf −0,145°, der der Lösung III ist annähernd der gleiche, wie der einer 0,2% Kochsalzlösung (−0,13°). In Fig. 4 (S. 55) sind die Lösungen an der entsprechenden Stelle eingesetzt. 0,2% Kochsalzlösung verursacht, in die Cutis injiziert, nicht bloß Parästhesien, wie Schleich sagt, sondern heftigen Quellungsschmerz — welcher bei Kokainzusatz von etwa 0,04%, nicht aber durch den Kokainzusatz von 0,01% der Schleichschen Lösung III, verdeckt wird — und eine gewisse, kurz andauernde Herabsetzung der Sensibilität; bei den Schleichschen Lösungen I und II muß diese Nebenwirkung noch geringer sein, da ihr Gefrierpunkt infolge des größeren Kokain- und Morphiumzusatzes sich weiter von dem reinen Wassers entfernt. Gegenüber der enormen anästhesierenden Potenz einer 0,1 und 0,2% Kokainlösung spielt aber diese physikalische Nebenwirkung, welche in noch höherem Maße der von Reclus verwendeten 1% Kokainlösung (Gefrierpunkt −0,125°) und noch viel mehr der ½% wässerigen Kokainlösung zukommt, praktisch auch nicht die allergeringste Rolle, und es ist geradezu eine verkehrte Welt, wenn man, wie auch u. a. Reclus selbst, die Schleichsche Infiltrationsanästhesie, bei der man sich doch fast ganz ausschließlich der Lösungen mit 0,1% oder mehr Kokaingehalt bedient, als eine physikalische Methode der Reclusschen Infiltrationsanästhesie, überhaupt der Kokainanästhesie gegenüberstellt. Diese Lösungen wirken anästhesierend durch ihren Kokaingehalt, und weil sie Kokain enthalten, sind auch andere, als Schleich mit ihnen zufrieden gewesen. Ich konnte experimentell feststellen, daß eine Differenz im Anästhesierungsvermögen einer mit 0,2% Kochsalz und einer mit 0,8% Kochsalz versehenen Kokainlösung bis herab zu einem Kokaingehalt von 0,02% nicht vorhanden ist, ferner ebenso wie Heinze und Legrand, daß zwischen dem Anästhesierungsvermögen der Schleichschen Lösung II, einer wässerigen und einer mit 0,8% Kochsalz versetzten 0,1% Kokainlösung, nicht der geringste Unterschied besteht. Die Kokainwirkung ist viel zu stark, als daß die Quellungsanästhesie irgendwie zur Geltung kommen könnte. Erst bei noch weiterer Verdünnung des Kokains tritt sie hervor. In einer wässerigen Kokainlösung von 0,01% ist von einer Kokainwirkung überhaupt nichts mehr zu erkennen, sie wirkt stark reizend und anästhesierend wie reines Wasser. 0,01% Kokain in 0,8% Kochsalzlösung liefert noch eine kurzdauernde Kokainanästhesie ohne Reiz, 0,01% Kokain in 0,2% Kochsalz, also die Schleichsche Lösung III, läßt demgegenüber eine geringe Steigerung des Anästhesierungsvermögens erkennen; hier hat sich Kokain- und Quellungsanästhesie kombiniert, ihre Injektion ist jedoch schmerzhaft, die Kokainanästhesie reicht nicht zur Verdeckung des Quellungsschmerzes aus. An dieser, nur dem geübtesten Beobachter überhaupt nachweisbaren, praktisch aber ohne Frage gänzlich bedeutungslosen Differenz hängt Schleichs physikalische Hypothese. Da nun aber jede Gewebsquellung mit einer Gewebsschädigung verbunden ist — wässerige Lösungen mit dem Gefrierpunkt einer 0,2% Kochsalzlösung zerstören sofort rote Blutkörperchen und Leukozyten, bei Injektion reinen Wassers und rein wässeriger verdünnter Kokainlösungen in die Gewebe kann sich die Wirkung bis zur Quellungsnekrose steigern (s. S. 54) —, so ist es ratsam, nur Lösungen zu injizieren, welche durch Kochsalzzusatz von 0,8% bis 0,9% osmotisch indifferent gemacht, ihrer unerwünschten und für die Anästhesierung praktisch be-

deutungslosen physikalischen Nebenwirkung dadurch ganz, und nicht nur größtenteils wie die Schleichschen Kokainlösungen, beraubt worden sind. Dies allein, die Ausschaltung physikalischer, die Isolierung spezifischer Wirkungen, ist der Zweck des Kochsalzzusatzes zu Lösungen, die für Gewebsinjektionen Verwendung finden. Ich möchte bemerken, daß ich diese Verhältnisse bereits im Jahre 1898 eingehend klargestellt habe, und daß ich, ebenso wie Heinze, Custer und Gradenwitz, die übrigens längst bekannte Tatsache bestätigen konnte, daß Morphium kein örtliches Anästheticum ist, der Morphiumzusatz, den Schleich seinen Kokainlösungen gibt, daher wenig zweckmäßig erscheint. Wenn Schleich diesem Morphiumzusatz eine Herabsetzung des Nachschmerzes nach Operationen nachrühmt, so kann das nur eine zentrale, nicht aber eine örtliche Wirkung des Mittels sein. Es ist daher besser, Morphium in der üblichen Dosierung an einer anderen Körperstelle, als gerade im Operationsgebiet, zu injizieren, wenn man es für nötig hält; entweder vor der Operation, wie es von vielen Chirurgen empfohlen wurde, um die Dauer und Intensität der durch andere Mittel erzeugten örtlichen Anästhesie zu steigern, oder nachher zur Linderung des Wundschmerzes.

Eine wässerige 0,01 % bis 0,1 % Kokainlösung, der zur Verhütung von Gewebsquellung bei der Injektion 0,8 % Kochsalz zugesetzt wurde, während das Morphium wegbleibt hat genau die gleiche örtlich anästhesierende Wirkung, wie eine der Schleichschen Lösungen mit dem gleichen Kokaingehalt. Als Ersatzmittel für Kokain kann Eukain-B (Braun, Reclus, Legrand) und Tropakokain (Custer) dienen. Eukain-B-Lösungen unterscheiden sich hierbei von gleichprozentigen Kokainlösungen dadurch, daß die Dauer der Anästhesie im infiltrierten Gebiet geringer ist, und daß sie die das infiltrierte Gebiet durchziehenden Nervenstämme weniger schnell unempfindlich machen, wie diese. Der Nachteil kann im gegebenen Fall durch Erhöhung der Eukainkonzentration etwa auf das Doppelte leicht ausgeglichen werden. Die Tropakokainanästhesie ist von noch viel kürzerer Dauer: man muß die Konzentration der Tropakokainlösungen um das 5—8fache steigern, um ihre Wirkung derjenigen einer Kokainlösung gleichzumachen (vgl. S. 109).

Mischungen von Eukain und Kokain sind von Hackenbruch, Gottstein, Legrand u. a. empfohlen worden, um die geringere Toxizität des Eukains auszunutzen und doch nicht die gefäßverengernde Eigenschaft des Kokains zu verlieren. Schleich endlich braucht neuerdings Mischungen von Kokain und Alypin. Über die anderen neueren Mittel vgl. das vorige Kapitel. Die Durchtränkung der Gewebe mit anästhesierenden Lösungen wird nach Reclus und Schleich schichtweise, von außen nach innen vorgenommen. Man beginnt mit der Etablierung einer der Länge und Richtung des Hautschnitts entsprechenden Quaddelreihe (s. 10. Kap.). Dann wird, gewöhnlich vor Durch-

schneidung der Haut, gleichfalls in der Schnittrichtung, die Lösung in das Unterhautzellgewebe injiziert. Bei Anwendung $^1/_2$—1 % Kokainlösung wird dabei mit der Menge der Lösung möglichst gespart, beim Gebrauch der Schleichschen Kokainlösung wird von zwei oder mehr, in der anästhetischen Hautzone gelegenen Einstichpunkten aus so lange injiziert, bis das Unterhautzellgewebe ganz von der Lösung durchtränkt ist, und das Operationsfeld sich „wie eine Beule über das Niveau der Umgebung erhebt“. Nun kann Haut und Unterhautzellgewebe durchschnitten werden, in einzelnen Fällen infiltriert Schleich von vornherein noch über das Unterhautzellgewebe hinaus. Nach Ausführung der Infiltration im Schleichschen Sinne ist das Unterhautzellgewebe glasig aufgequollen, künstlich ödematös, von seiner Schnittfläche fließt die injizierte Flüssigkeit zum Teil ab. In derselben Weise werden nun alle Gewebsschichten behandelt, bevor sie durchtrennt werden; man injiziert in jede nach Reclus kleine Mengen $^1/_2$—1 % Kokainlösung, nach Schleich große Mengen der verdünnten Lösungen. Nervenstämme, welche das Operationsfeld durchziehen, verlangen, insbesondere bei Verwendung der Schleichschen Kokainlösung, eine besondere Anästhesierung. Hierauf komme ich gleich noch zurück. Das Periost wird leicht und schnell gefühllos, wenn das subperiostale Gewebe mit verdünnten Kokain- und Eukainlösungen infiltriert wurde, kann alsdann durchtrennt und vom Knochen abgeschoben werden. Der Knochen selbst läßt sich nach sorgfältig und in großer Ausdehnung ausgeführter subperiostaler Infiltration ohne Schmerzempfindung durchtrennen, wenn er nicht sensible Nervenstämme (z. B. Oberkiefer und Unterkiefer) enthält. Diese bleiben bei Verwendung der verdünnten Schleichschen Lösungen empfindlich. Eine direkte mechanische Infiltration des Knochens selbst halte ich nicht für möglich. Dzierzawsky hat zwar nachgewiesen, daß subperiostal injizierte Farblösungen in den Knochen eindringen; das ist ja eigentlich selbstverständlich, es ist aber sicherlich nicht der Effekt einer mechanischen Infiltration, sondern eine Wirkung der Diffusion. Um Fernwirkungen durch Kontakt mit im Knochen liegenden Nervenelementen zu erhalten, ist daher subperiostale Injektion stark wirkender konzentrierter Kokainlösungen erforderlich. Verdünnte Kokainlösungen äußern Fernwirkungen durch den Knochen hindurch ebensowenig wie verdünnte Farblösungen. Schleimhäute werden durch Infiltration des submukösen Gewebes unempfindlich. Um einen Tumor aus dem ihn umgebenden Gewebe auszulösen, müssen alle ihn begrenzenden Gewebe unempfindlich gemacht werden. Reclus sagt, der Tumor muß mit einer Kokainatmosphäre umgeben

werden. Nach Schleich wird zunächst die Haut in der Ausdehnung des beabsichtigten geradlinigen, gebogenen, lappenförmigen oder ovalären Schnitts infiltriert und der Tumor allseitig mit gekrümmten Hohlnadeln umgangen, um die benachbarten Gewebe prall mit verdünnten Kokainlösungen infiltrieren zu können. Ähnlich behandelt Schleich einen umschriebenen Abszeß oder Furunkel, indem er zuerst das denselben umgebende gesunde, nicht entzündete Gewebe, Unterhautzellgewebe, Fascien, Muskeln, dann erst auch die zu durchtrennenden entzündeten Gewebe selbst infiltriert.

Der von zahlreichen Autoren aller Länder bestätigte Nachweis Schleichs, daß man die örtlichen Anästhetica auf diese Weise noch in Lösungen, die der unteren Grenze ihrer Wirksamkeit nahestehen, zur Infiltrationsanästhesie brauchen kann, hat ihrer Anwendung, namentlich bei Bauchoperationen, das Feld geebnet. Die Anwendung der verdünnten Schleichschen Lösungen zur Gewebsinfiltration besitzt gegenüber dem Verfahren Reclus' einen Vorteil und einen Nachteil. Der Vorteil besteht darin, daß man viel weniger Kokain braucht, der Nachteil darin, daß dementsprechend die Unempfindlichkeit der Gewebe weniger sicher zustande kommt und weniger lange anhält, so daß z. B. am Schluß einer länger dauernden Operation die Haut wieder empfindlich geworden ist und von neuem infiltriert werden muß. Derjenige begibt sich eines Vorteils, der immer nur mit aufs äußerste verdünnten Lösungen örtlich anästhesierender Mittel Lokalanästhesie hervorzurufen sich bestrebt, denn die Infiltration der Gewebe nach Schleich ist nicht immer möglich und führt auch häufig nicht die völlige Insensibilität eines Operationsterrains herbei, weil in demselben befindliche sensible Leitungsbahnen oft empfindlich bleiben. Wenn man Haut und Unterhautzellgewebe unmittelbar nach Infiltration mit 0,1 % Kokain- oder Eukainlösung durchschneidet, so erscheint das letztere aufgequollen und ödematös, aber es ist keineswegs immer und überall empfindungslos. Sieht man genauer zu, so sind es die meist Blutgefäße begleitenden, in dickeren Bindegewebssepten gelegenen Nervenstämmchen, welche bei Durchschneidung, Berührung, beim Auseinanderziehen der Wundränder mit Haken, beim Fassen von Gefäßen mit Klemmen Schmerzen verursachen. Dieser Schmerz wird zwar von manchen Kranken als gering angegeben und veranlaßt geringe Klagen, andere Kranke aber empfinden ihn heftig. Es ist ein Fehler, die an der Haut gemachten Erfahrungen auf Gewebe zu übertragen, welche wie das Unterhautzellgewebe gar keine selbständige Sensibilität, sondern nur sensible Leitungsbahnen besitzen. Eine voll-

kommen gleichmäßige, alle Elemente betreffende Infiltration des Unterhautzellgewebes, wie sie bei der Haut selbst gelingt, ist nicht möglich. Die injizierte Flüssigkeit folgt der Richtung des geringsten Widerstandes, sie füllt die Gewebsspalten, aber in die straffen Bindegewebszüge, welche Gefäße und Nerven enthalten, dringt sie ebensowenig ein, wie in die die Fascie bedeckenden Bindegewebslagen und in die Haut, die nur unter pathologischen Verhältnissen, bei Entzündung und chronischen Infiltraten, wo Haut und Unterhautzellgewebe eine mehr gleichmäßige Konsistenz besitzen, vom Unterhautzellgewebe aus infiltriert werden kann. Nun kann man wohl die schmerzhaften Punkte nach erfolgter Gewebstrennung durch Betupfen mit 5% Karbolsäure (Schleich) oder durch lokalisierte Infiltration gefühllos machen, aber erst, nachdem sie an ihrer Schmerzhaftigkeit erkannt wurden, nachdem Schmerz hervorgerufen war. Nur größere, ihrer Lage nach bekannte, im Operationsfeld befindliche Nervenstämme können und müssen besonders aufgesucht und behandelt werden. Die Muskeln zeigen ein ähnliches Verhalten wie das Unterhautzellgewebe. Eine gleichmäßige Durchtränkung eines Muskelquerschnittes mit Flüssigkeit ist in Wirklichkeit gar nicht möglich, die Flüssigkeit verbreitet sich zwischen den Fibrillen, aber in die, dickere Gefäße und Nerven führenden Bindegewebssepten dringt sie gar nicht ein. Bei der Durchtrennung von Muskeln unmittelbar nach Infiltration mit stark verdünnten Kokainlösungen werden daher häufig Schmerzempfindungen ausgelöst. Von Friedländer, der sonst für die Schleichsche Infiltrationsanästhesie sehr enthusiasmiert ist, hebt hervor, daß es ihm nie gelungen sei, eine wirkliche Anästhesie eines Muskels auf seinem ganzen Querschnitt zu erhalten.

Wie anästhesierende Lösungen auf Nervenstämme wirken, welche die mit ihnen infiltrierten Gewebe durchziehen, ergibt sich aus meinen Versuchen an Fingern*). Wenn man das Unterhautzellgewebe am Grundglied eines Fingers ringförmig infiltriert, so sind die daselbst gelegenen, den Finger innervierenden, sensiblen Bahnen dann leitungsunfähig, d. h. insensibel geworden, sobald der ganze Finger bis an seine Spitze seine Sensibilität verloren hat. So lange dieser Zustand nicht eingetreten ist, so lange ist auch das infiltrierte Unterhautzellgewebe nicht unempfindlich. Es ergibt sich, daß die Einwirkung von z. B. 0,1 und 0,2% Kokainlösungen eine sehr geringe und langsame ist, größere Nervenstämme oft gar nicht leitungsunfähig, d. h. unempfind-

*) Archiv für klin. Chirurgie, Bd. 71, Heft I.

lich werden, daß unter allen Umständen lange Zeit vergeht, bis ein von sensiblen Leitungsbahnen durchzogenes, mit verdünnten Kokain- oder Eukainlösungen infiltriertes Gewebe wirklich insensibel wird, daß endlich entweder durch Steigerung der Konzentration der anästhesierenden Lösungen, oder durch gleichzeitige Anwendung von Abschnürung oder Suprarenin oder Abkühlung die Sicherheit und Schnelligkeit der Einwirkung der Anästhetica auf die sensiblen Bahnen erheblich gesteigert werden kann. Aber auch selbst bei Anwendung ½ oder 1% Konkainlösung, bei gleichzeitiger Abschnürung oder bei Suprareninzusatz tritt die Leitungsunterbrechung niemals sofort ein. Wollte man also an einem Finger Haut und Unterhautzellgewebe mit 0,1% Kokainlösung infiltrieren und das infiltrierte Gewebe sofort durchschneiden, so würde man die Sensibilität des Unterhautzellgewebes erhalten finden. Aus den hier angeführten Gründen halte ich den Nutzen der von Schleich empfohlenen 0,01% Kokainlösung, welche gerade zur Infiltration Leitungsbahnen enthaltender Gewebe dienen soll, für höchst problematisch. Gewebe, welche nach Infiltration mit dieser, äußerst geringe anästhesierende Wirkung entfaltenden Lösung gefühllos sind, bedürfen einer Infiltration überhaupt nicht. An Körperteilen, wo sensible Leitungsbahnen so gut wie gar nicht vorhanden sind, jedenfalls aber sehr nahe ihrer Endausbreitung von dem Anästheticum betroffen werden, wie z. B. in der Medianlinie des Abdomens und Halses, da leistet die Schleichsche Anästhesierung Vorzügliches, wird sie aber angewendet auf Gewebe, die Leitungsbahnen von einiger Stärke enthalten, so ist sie ein unsicheres und schwieriges Verfahren, da diese Leitungsbahnen, jede für sich, aufgesucht werden müssen, um sie unempfindlich zu machen. Es ergibt sich aber aus dem Gesagten zugleich, wie diesem Übelstand zum Teil abgeholfen werden kann. Die erste und wichtigste Regel ist: Abwarten nach der Infiltration bis Unempfindlichkeit eingetreten ist. Es ist ein prinzipieller Fehler, die Gewebe, abgesehen von der Haut, unmittelbar nach der Infiltration zu durchschneiden. Die zweite Regel ist Anwendung der die parenchymatöse Resorption verzögernden Hilfsmittel der Lokalanästhesie. Dann kann man auch mit verhältnismäßig kleinen Kokaindosen und verdünnten Lösungen Leitungsbahnen enthaltende Gewebe unempfindlich machen, eine besondere Anästhesierung erfordern nur noch die Hauptnervenstämme. Unter diesen Umständen ist es aber dann überhaupt in den meisten Fällen besser, nicht die Schnittlinie, nicht das Operationsfeld selbst zu infiltrieren, sondern die Gewebe, welche das Operationsfeld umgeben und die dasselbe inner-

vierenden Leitungsbahnen enthalten. Dann werden zwei weitere Übelstände vermieden, welche der direkten Infiltration in jeder Form anhaften. Der eine besteht darin, daß der Operateur an eine schmale anästhetische Zone gebunden ist, die er nicht überschreiten darf, und sofort Schmerz verursacht, wenn er die in der nächsten Nachbarschaft gelegenen, ihre volle Sensibilität besitzenden Gewebe berührt, durchschneidet, quetscht oder zerrt. Der zweite Übelstand ist der, daß die direkte Infiltration kranker, namentlich entzündeter Gewebe in ihrem Erfolg unsicher, häufig schmerzhaft und in vieler Beziehung nicht unbedenklich ist.

4. Leitungsanästhesie.

Die sehr ausgesprochene Fähigkeit des Kokains, bei seiner Einwirkung auf Nervenstämme die sensible und motorische Leitungsfähigkeit zu unterbrechen, war am Tier von Torsellini, Feinberg, Alms, Kochs, Witzel, Mosso, Frank nachgewiesen worden. Die ersten darauf bezüglichen Beobachtungen am Menschen stammen von Corning und Goldscheider, hatten aber zunächst nur theoretisches Interesse. Corning injizierte an den Stamm des N. cutaneus antebrachii lateralis 0,3 ccm einer 4 % Kokainlösung, schnürte hierauf den Oberarm ab und sah bald darauf Anästhesie der Haut in dem Verbreitungsbezirk des Nerven bis herab zum Handgelenk eintreten. Goldscheider beobachtete bei subkutaner Injektion starker Konkainlösungen unter die Haut des Vorderarms auch ohne Unterbrechung des Blutstromes eine Ausbreitung der der Injektion folgenden Hautanästhesie in der Richtung der Nervenverzweigungen.

Kokainlösungen können in verschiedener Art zur Anästhesierung von Nervenstämmen gebraucht werden. Sie können einmal mit der Hohlnadel direkt unter die fibröse Nervenscheide, direkt in den Nervenstamm hinein injiziert werden: endoneurale Injektion. Es tritt dann bei Anwendung nicht zu verdünnter Kokainlösungen eine fast sofortige totale Leitungsunterbrechung ein (Crile). Dies Verfahren ist an den meisten Nervenstämmen des Körpers nur dann sicher ausführbar, wenn sie zuvor operativ freigelegt wurden. Nur wenige Nervenstämme sind so gelegen und palpabel, daß sie mit der Hohlnadel sicher getroffen werden können, durch die unverletzte Haut hindurch. Meist wird man sich in diesem Falle darauf beschränken müssen, die Kokainlösungen in die nächste Nachbarschaft des Nervenstammes zu injizieren: perineurale Injektion. Bis zum Eintritt der Leitungsunterbrechung vergeht kürzere oder längere Zeit, welche das Kokain zur Diffusion in den Nervenstamm braucht.

Drittens kann Leitungsanästhesie durch Kokainlösungen hervorgerufen werden, wenn man sie nach Bier in den Spinalkanal injiziert.

A. Leitungsanästhesie durch perineurale Injektion anästhesierender Lösungen.

Die Einwirkung anästhesierender Lösungen auf Nervenstämme, welche das mit ihnen infiltrierte Gewebe durchziehen, ist eine indirekte. Das Anästheticum muß in den durch eine feste Bindegewebshülle gegen die Umgebung abgeschlossenen Nervenstamm diffundieren, wenn es mit der Nervensubstanz in Kontakt kommen soll. Es erklärt sich daraus die allenthalben zu beobachtende, wohl zu beachtende Erscheinung, daß die sensiblen Leitungsbahnen sehr leicht und schnell einer Leitungsunterbrechung durch perineurale Injektion zugänglich sind, wenn ihre feinsten Verzweigungen nahe der Endausbreitung mit anästhesierenden Lösungen umspült werden, während die Leitungsunterbrechung immer schwieriger wird, langsamer vor sich geht, größere Mengen des Anästheticums, höher konzentrierte Lösungen desselben erforderlich macht, je weiter von der Endausbreitung entfernt, gegen das Rückenmark zu, sie vorgenommen werden soll. Denn nach dem Zentrum hin nimmt nicht nur der Durchmesser der Nervenstämme, sondern auch die Dicke ihrer Bindegewebshülle immer mehr zu. Im Wirbelkanal dagegen ist die Einwirkung der Anästhetica auf die dort scheidenlosen Nervenstämme und Nervenwurzeln wiederum eine außerordentlich starke.

Die Unterbrechung von Leitungsbahnen durch perineurale Injektion zum Zweck der Anästhesierung ihres Innervationsgebietes findet die vielseitigste Verwendung. Die einfachste Form der Leitungsanästhesie wird bei Injektion anästhesierender Lösungen in das Unterhautzellgewebe beobachtet. Da das Unterhautzellgewebe die sensiblen Leitungsbahnen für die bedeckende Haut enthält, so muß diese notwendig unempfindlich werden, wenn das Unterhautzellgewebe mit einer Lösung infiltriert wird, welche imstande ist, diese Leitungsbahnen unempfindlich zu machen. Da dieselben unmittelbar vor ihrer Endausbreitung von der Wirkung des Anästheticums betroffen werden, geschieht die Leitungsunterbrechung schnell und sicher. Man könnte glauben, diese Anästhesie der Haut käme zustande durch Diffusion des in das Unterhautzellgewebe injizierten Anästheticums. Das ist aber wenig wahrscheinlich. Denn die kleinen, auf diesem Wege etwa in die Haut gelangenden Mengen desselben würden die Sensibilität dementsprechend

in geringerem Grade beeinträchtigen, als bei direkter Infiltration der Haut mit der gleichen anästhesierenden Lösung. Es zeigt sich aber, daß die durch Injektion der Lösung in das Unterhautzellgewebe hervorgerufene Anästhesie mindestens die gleiche Intensität und Dauer besitzt, als sie nach intrakutaner Infiltration mit der gleichen Lösung zu beobachten ist. In der Hauptsache und im wesentlichen muß sie daher ein Produkt der Leitungsunterbrechung der die Haut versorgenden Nervenbahnen sein.

Ein weiteres, praktisch wichtiges, zuerst von Hackenbruch in größerem Maßstabe angewendetes und als „zirkuläre Analgesierung" bezeichnetes Verfahren, Leitungsanästhesie hervorzurufen, besteht darin, in die ein Operationsfeld umgebenden Gewebe ringsherum anästhesierende Lösungen zu injizieren, um alle Nervenverbindungen desselben mit dem Zentralorgan zu unterbrechen. Hackenbruch brauchte zur zirkulären Umspritzung des Operationsfeldes Lösungen, welche $^1/_4$—$^1/_2$ % Kokain und ebensoviel Eukain enthielten. Die Konzentration der Lösungen kann bedeutend herabgesetzt werden, wenn man die Gewebe reichlich nach Schleichscher Art, damit infiltriert und außerdem die schnelle Resorption des Anästheticums durch die bekannten Mittel verhindert.

Praktische Versuche, die perineurale Kokaininjektion zur Leitungsunterbrechung einzelner Nervenstämme in größerer Entfernung vom Operationsgebiet zu verwenden, haben, soweit das aus der Literatur zu ersehen ist, zuerst Hall und Halstedt gemacht. Ersterer anästhesierte durch Kokaininjektion den N. infraorbitalis, letzterer injizierte Kokainlösung an den Stamm des N. alveolaris inferior zum Zweck schmerzloser Zahnextraktion aus dem Unterkiefer.

Das gleiche Verfahren eignet sich besonders zur Anästhesierung von Fingern und Zehen: durch Injektion einer kleinen Quantität einer $^1/_2$—1 % Kokainlösung rings unter die Haut des ersten Finger- oder Zehengliedes bei gleichzeitiger Abschnürung tritt nach einigen Minuten Querschnittanästhesie des ganzen Fingers, der ganzen Zehe ein. Von Oberst seit 1888 angewendet, ist diese Anästhesierungsmethode 1890 von Pernice beschrieben worden. Auch Kummer und wohl noch andere waren bei der Anästhesierung der Finger in ähnlicher Weise vorgegangen. Aber erst infolge eines erneuten Hinweises seitens des Verfassers im Jahre 1897 und einer gleichzeitig erschienenen Publikation Hackenbruchs wurde dies Verfahren allgemein bekannt und überall eingeführt. Die durch eine derartige Injektion hervorgerufene Anästhesie eines Fingers ist, wie meine Seite 160 erwähnten

experimentellen Untersuchungen ergaben, unzweifelhaft das Resultat der Leitungsunterbrechung der Nervenbahnen am Fingergrundglied. Alle Nerven liegen dort im Unterhautzellgewebe; vier größere Nervenstämme, von denen allerdings nur zwei, die der Volarseite, bis zur Fingerspitze vordringen, und eine Anzahl bereits im ersten Fingerglied ihr Ende findende feine Nervenfasern treten von der Hand auf den Finger über und vermitteln allein die Sensibilität desselben. Wenn also ein Streifen des Unterhautzellgewebes des Fingergrundgliedes nahe am Metakarpophalangealgelenk ringsum mit einer anästhesierenden Lösung infiltriert wird, welche imstande ist, die Leitungsfähigkeit der Nervenbahnen zu unterbrechen, so tritt folgendes ein. Zuerst müssen die feinen, die Haut des Grundgliedes versorgenden, teils noch vom Handrücken und Handteller auf den Finger übertretenden, teils schon aus den Fingernerven selbst entspringenden Nervenfasern leitungsunfähig werden; deshalb wird die Haut des Grundgliedes zuerst unempfindlich. Allmählich dringt das Anästheticum diffundierend auch in die größeren, das Mittelglied und das Endglied versorgenden Nervenstämme ein. Das Verschwinden der Sensibilität der Haut an der Fingerspitze zeigt den Moment an, wo die großen Nervenstämme am Fingergrundglied funktionsunfähig geworden sind. Daher findet man bei Querschnittoperationen an derartig anästhesierten Fingern auch diese Nervenstämme unempfindlich. Man kann an jeder Stelle den Finger quer durchschneiden, ohne daß eine Empfindung ausgelöst wird. Das Fortschreiten der Anästhesie von der Fingerbasis zur Fingerspitze ist bedingt durch die speziellen örtlichen Verhältnisse am Finger und wird bei der isolierten Anästhesierung einzelner größerer Nervenstämme nicht beobachtet.

Daß die gleichzeitige Abschnürung nicht unbedingtes Erfordernis für die Anästhesierung der Nervenstämme ist, zeigt eine Mitteilung von Krogius aus dem Jahre 1894. Allerdings sind dann konzentriertere Kokainlösungen erforderlich. Krogius sagt folgendes: wenn man unter die Haut des Handrückens, Handtellers und Fußes quergestellte Streifen einer 2% Kokainlösung injiziere, würden ausgedehnte, peripher von der Einspritzungsstelle gelegene Gewebsabschnitte, also z. B. der ganze Handteller unempfindlich; wenn man an die vier von der Hand anf den Finger übertretenden Nervenstämme im ganzen 1—1½ ccm 2% Kokainlösung injiziere, werde nach 10 Minuten der ganze Finger völlig gefühllos. Eine Analgesie des ulnaren Randes der Hand bis zur Basis des 4. und 5. Fingers könne man ferner auch dadurch zustande bringen, daß man die Injektion über dem N. ulnaris macht, da, wo er durch die Furche am inneren Condylus humeri ver-

läuft. Macht man die Injektion in der Nähe der beiden Incisurae supraorbitales, so entstehe Analgesie der ganzen mittleren Partie der Stirn, bei Injektion um den Penis herum an dessen Wurzel werde die Vorhaut unempfindlich. Am Vorderarm und Unterschenkel, am Oberarm und Oberschenkel sei die Methode weniger präzis, am Rumpf habe sie sich nicht verwerten lassen. Ihre größte Intensität und Ausbreitung erreiche die Analgesie nach 5—10 Minuten und halte dann $^1/_4$ Stunde und länger an. Die Wirkungen des Kokains würden ausgiebiger, wenn der Esmarchsche Schlauch oberhalb der Injektionsstelle angelegt werde. Soweit Krogius. In der Tat, notwendig ist die Abschnürung nicht. 0,02 Kokain in 1 oder 2 $^0/_0$ Lösung, in der angegebenen Weise in einen Finger injiziert, machen denselben fast ausnahmslos nach Ablauf einiger Minuten auch ohne Unterbrechung des Blutstromes gefühllos. Aber die Anwendung der Abschnürung, der Abkühlung der infiltrierten Gewebe, des Suprarenins erlaubt Herabsetzung der Dosis des Anästheticums und der Konzentration seiner Lösungen und ist empfehlenswert und nützlich zur Sicherung der Wirkung und Verlängerung der Dauer der Anästhesie. Selbst 0,1—0,2 $^0/_0$ Kokainlösung, zirkulär am Grundglied eines Fingers subkutan injiziert, genügt alsdann zur vollständigen Leitungsunterbrechung, doch ist die notwendige Wartezeit erheblich größer. Allzu große Verdünnung der Lösungen ist daher nicht immer ratsam und auch nicht nötig. Sie verfolgt ja lediglich den Zweck, die toxische Wirkung des injizierten Anästheticums zu verhüten. Die genannten Hilfsmittel wirken aber schon an und für sich einer raschen Resorption desselben entgegen.

Die obenerwähnte Mitteilung des Verfassers hat eine Reihe von Veröffentlichungen veranlaßt (Honigmann, Manz, Arendt, Sudeck, Berndt, Gerhardt, Hölscher, Luxenburger), durch welche die vorzügliche Brauchbarkeit des Oberstschen Verfahrens an den Fingern und Zehen bestätigt wird, und in denen weiter die Bestrebungen von Interesse sind, die Leitungsanästhesie auszudehnen auf Hand und Fuß und darüber hinaus in der von Krogius angedeuteten Weise.

Manz injizierte nach Abschnürung der Extremität $^1/_2$—1 $^0/_0$ Kokainlösung am Vorderarm an den Stamm des N. radialis, ulnaris und medianus, über dem Fußgelenk an den N. peronaeus und tibialis und sah nach Verlauf von 20—45 Minuten Hand und Fuß völlig unempfindlich werden, so daß Operationen aller Art an Hand- und Fußwurzel, Mittelhand und Mittelfuß ausgeführt werden konnten. Über ähnliche Versuche an Hand und Vorderarm berichten Berndt, Hölscher und Luxenburger; Berndt ferner über eine schmerzlos ausgeführte

Amputation nach Gritti, Gottstein über eine solche nach Pirogoff. Arendt und Hölscher bedienten sich des Verfahrens auch am Penis. Berndt und Hölscher hielten es für zweckmäßiger, anstatt der von Pernice empfohlenen kleinen Quantitäten 1% Kokainlösung größere Mengen verdünnter (0,2% Hölscher, 0,05% Berndt) Kokain und Eukainlösungen einzuspritzen, während Manz schon ½% Kokainlösungen nicht mehr durchaus gute Resultate gaben. Berndt hat sogar einmal physiologische Kochsalzlösung injiziert, in der Meinung, daß die Ödemisierung der Gewebe mit einer indifferenten Flüssigkeit an und für sich die Sensibilität beeinträchtigen könne. Luxenburger empfahl 2% Nirvaninlösung zur Anästhesierung der Nervenstämme. Hölscher glaubt, sämtliche Nervenverbindungen zwischen Peripherie und Zentrum am besten durch eine Infiltration des gesamten Querschnitts einer Extremität mit verdünnten Kokainlösungen unterbrechen zu können. Fast alle Beobachter sind darüber einig, daß es an den Extremitäten, abgesehen von Fingern und Zehen, meist sehr lange (bis zu einer Stunde) dauert, bis die Leitungsfähigkeit der großen Nervenstämme aufgehoben ist, daß die Abschnürung der Extremitäten dabei nicht entbehrt werden kann, und daß die Notwendigkeit der langdauernden Abschnürung des Beins oder Arms auch bei vorsichtigster Ausführung eine für die Kranken sehr lästige und schmerzhafte Beigabe des Verfahrens ist. Nur bei besonders mageren Extremitäten ist der zur Unterbrechung des Blutstroms nötige Druck der umschnürenden Gummibinde so gering, daß er ohne besondere Beschwerden längere Zeit vertragen wird.

Wieviel bei dem Endeffekt bei derartigen Operationen dem injizierten Medikament, wieviel der durch die Abschnürung bewirkten Kompression der Nervenstämme zuzuschreiben ist, hält Manz nicht für möglich zu entscheiden, während Kofmann der Abschnürung die Hauptrolle vindiziert und die gleichzeitige Injektion anästhesierender Lösungen überhaupt für überflüssig hält. Die mit der Abschnürung verbundene Anämie der Gewebe alteriert zwar (s. 3. Kap.) die Sensibilität erst so spät, daß sie als aktives Anästheticum hierbei wohl kaum in Frage kommt, die Abschnürung einer Extremität kann dagegen, wenn sie sehr fest gemacht ist, an und für sich schon Leitungsanästhesie hervorrufen. Ich bin deshalb auch der Meinung, daß manche der mitgeteilten Fälle, namentlich die, wo sehr verdünnte Kokainlösung oder gar Kochsalzlösung injiziert wurde, und wo bis zum Eintritt der Anästhesie eine sehr lange Wartezeit notwendig war, nicht ohne weiteres als Beispiele gelungener Kokainisierung großer Nervenstämme angesehen

werden können, vielmehr bei ihnen wahrscheinlich die Abschnürung nicht bloß die Wirkung des Anästheticums gesteigert hat, sondern an und für sich als Anästheticum mitgewirkt hat, vielleicht sogar teilweise die Anästhesie allein hervorgerufen hat.

Meine experimentellen Untersuchungen und Erfahrungen über Leitungsunterbrechung großer Nervenstämme durch perineurale Injektion haben im wesentlichen folgendes ergeben*).

Was zunächst die Extremitäten betrifft, so ist an Hand und Fuß die vollständige Infiltration einer das Operationsfeld gegen das Zentralorgan abgrenzenden Gewebsschicht mit verdünnten anästhesierenden Lösungen das sicherste und einfachste Anästhesierungsverfahren für alle an diesen Körperteilen in Frage kommenden Operationen. Am Vorderarm und Unterschenkel können die großen subfaszialen Nervenstämme, N. ulnaris, radialis, medianus, tibialis, peronaeus an bestimmten Stellen infolge ihrer leicht zugänglichen Lage durch Injektion stark wirkender Lösungen in ihre nächste Nachbarschaft anästhesiert werden, worauf nach 10—15 Minuten mit ziemlicher Sicherheit Leitungsunterbrechung, d. h. sensible, motorische und teilweise vasomotrische Lähmung in ihrem Innervationsgebiet eintritt. Wegen des individuell wechselnden Übergreifens des Innervationsgebiets des einen Nerven in das des anderen ist eine praktisch verwertbare periphere Leitungsanästhesie meist nur durch Ausschaltung mehrerer Nerven gleichzeitig zu erzielen. Weit leichter sind die subkutan verlaufenden, langen Hautnerven des Vorderarms und Unterschenkels fern von ihrer Endausbreitung zu unterbrechen, wenn man nach dem Vorgange von Krogius das Unterhautzellgewebe in einem quer zu ihrer Verlaufsrichtung gestellten Streifen infiltriert. Für die Anästhesierung der großen subfaszialen Nerven wird am besten $^1/_2$—1 % Kokainlösung mit Suprareninzusatz, für diejenige der subkutan oder subfaszial gelegenen weniger starken Nervenstämme 0,2 % Kokainlösung mit Suprareninzusatz verwendet**).

Die besten Resultate erhält man dann, wenn die Resorption der injizierten Kokain-Suprareninlösung noch weiter dadurch beschränkt wird, daß man während der Wartezeit entweder um Oberarm oder Oberschenkel eine Gummibinde so anlegt, daß die Extremität in einen Zustand starker venöser Stauung kommt, oder dadurch, daß man das Glied senkrecht in die Höhe halten läßt (vgl. S. 144). Die Stauungsbinde ist natürlich vor Beginn der Operation zu entfernen oder, wenn es nötig ist, durch eine die Zirkulation völlig unterbrechende Binde

*) Archiv für klin. Chirurgie, Bd. 71, Heft I.

**) Kokain kann durch Novokain in doppelter Konzentration ersetzt werden.

zu ersetzen. Jedenfalls braucht man während der Wartezeit eine stark schnürende, daher die Patienten belästigende Binde nicht umzulegen. Beachtenswert ist, daß an den unter der Einwirkung des Suprarenins stehenden Geweben die Hyperämie ausbleibt, welche sich sonst nach Lösung einer Konstriktionsbinde einstellt. Mit Hilfe des Suprarenins kann nun auch mit weit größerer Sicherheit mit kleineren Dosen und niedrigeren Konzentrationen anästhesierender Mittel die isolierte Leitungsunterbrechung einiger nicht an den Extremitäten gelegener Nerven, fern von ihrer Endausbreitung vorgenommen werden. Es kommen vorläufig hauptsächlich in Betracht die Trigeminusäste, der N. laryngeus superior und die subkutanen Hautnerven des Kopfes und Halses, die Interkostalnerven. Näheres hierüber, sowie über die Anästhesierung der Extremitäten ist in den speziellen Kapiteln zu finden.

B. Leitungsanästhesie durch endoneurale Injektion anästhesierender Lösungen.

Dies Verfahren, zuerst von amerikanischen Chirurgen (Crile, Matas, Cushing) ausgeführt, besteht darin, daß die Hohlnadel in sämtliche, die Operationsgebiete mit sensiblen Fasern versorgenden Nervenstämme eingestochen und unter die fibröse Nervenscheide oder zwischen die Fibrillenbündel eine kleine Quantität der anästhesierenden Lösung injiziert wird, welche den Nervenstamm möglichst vollständig durchtränkt und eine kolbige Anschwellung desselben hervorruft. Es tritt dann bei Verwendung geeigneter Lösungen eine fast sofortige Leitungsunterbrechung ein, wie wenn der Nerv durchschnitten wäre. Zur Ausführung dieses Verfahrens ist in den meisten Fällen natürlich die Freilegung der Nervenstämme unter Lokalanästhesie fern vom Operationsgebiet notwendig. Crile, welcher eingehende Tierversuche über die Wirkung von Kokain und Eukain bei der Injektion in Nervenstämme anstellte und fand, daß die beiden Mittel bei dieser Art der Anwendung sich nicht merklich voneinander unterscheiden, hat fünfmal Unterschenkelamputationen in der Weise ausgeführt (die erste schon im Jahre 1887), daß er den N. ischiadicus in der Glutäalfalte, den N. femoralis in der Leistenbeuge freilegte und in jeden der Nervenstämme Kokain- bew. Eukainlösung injizierte. Die Kranken wurden, nachdem sie ihre Einwilligung zu der Operation gegeben hatten, über das, was mit ihnen geschah, im Unklaren gelassen, um den psychischen Eindruck der Amputation zu vermeiden. Die Leitungsunterbrechung der Nervenstämme dauerte 25—30 Minuten. Matas, von dem die Bezeichnung „endoneurale“ und „perineurale“ Injektion

stammt, ging teils in derselben Weise vor, teils legte er bei Operationen am Fuß und Unterschenkel unter Infiltrationsanästhesie den N. popliteus und N. saphenus frei und injizierte Kokainlösung in dieselben, worauf totale Anästhesie vom Knie abwärts eintrat. Vorderarm und Hand anästhesierte Matas in der Weise, daß er, gleichfalls mit Hilfe der Infiltrationsanästhesie, am Ellenbogen den N. ulnaris, medianus und radialis freilegte und in jeden $^1/_4$—$^1/_2$ ccm 1 % Kokainlösung injizierte. Dann wurde der Oberarm abgeschnürt, die Wunde genäht und verbunden und die beabsichtigte Operation ausgeführt. Die Sensibilität kehrte 10—15 Minuten nach Entfernung der abschnürenden Binde wieder. Den Plexus brachialis anästhesierte Crile.

Unter Infiltrationsanästhesie mit 0,1 % Kokainlösung wurde durch einen Schnitt am hinteren Rande des Sternocleidomastoideus der Plexus brachialis und die A. subclavia freigelegt und in jeden Nervenstamm $^1/_2$ % Kokainlösung injiziert, eben genügend, um eine kleine lokale Anschwellung desselben zu verursachen. Die Arterie wurde temporär abgeklemmt und der Arm in der Schulter exartikuliert. Die Operation war schmerzlos bis auf den Hautschnitt hinten und außen.

In gleicher Weise führte Crile eine Amputation in der Mitte des Oberarms aus, während bei einer Exartikulation des Oberarms mit dem Schultergürtel teilweise Narkose nötig war, wie nicht anders zu erwarten. Crile machte ferner darauf aufmerksam, daß es leicht gelingt, in den N. ulnaris am Ellenbogen endoneural anästhesierende Lösung zu injizieren, ohne ihn freizulegen. Die Leitungsunterbrechung folgt alsdann fast unmittelbar der Injektion. Auch der N. peronaeus in der Kniekehle kann meist direkt mit der Hohlnadel getroffen werden.

Ich glaube annehmen zu müssen, daß die Notwendigkeit der Freilegung der Nervenstämme, wie sie von Crile und Matas geübt wurde, doch wohl eine solche Komplikation des Anästhesierungsverfahrens darstellt, daß man im allgemeinen nur dann zu ihm greifen wird, wenn strikte und zwingende Gründe die Anwendung der Narkose verbieten. Crile hebt als einen besonderen Vorteil hervor, daß bei vollständiger Leitungsunterbrechung der Nerven des Operationsgebietes der Operationsshok wegfalle. Cushing und andere amerikanische Chirurgen empfehlen aus dem gleichen Grunde, große Nervenstämme, auch wenn die Operation in Narkose ausgeführt wird, z. B. bei Schulterexartikulationen, vor der Durchschneidung stets zu kokainisieren. Wie dem auch sei, die Injektion von anästhesierenden Lösungen in ad hoc unter Infiltrationsanästhesie freigelegte Nervenstämme ist ein sicheres und ganz unschädliches Anästhesierungsverfahren, das gelegentlich zweckmäßige Verwendung finden kann. Zur Injektion in die Nerven bedient

man sich am besten einer 1 % Kokain- oder Eukainlösung. Crile injizierte in den freigelegten N. ischiadicus 0,2 % Kokainlösung, es trat aber erst dann vollständige Leitungsunterbrechung ein, als er noch 1 % Kokainlösung injizierte. Bei gleichzeitiger Abschnürung oder Suprareninzusatz genügen natürlich geringere Dosen und Konzentrationen der Mittel zur Anästhesierung. Ein Suprareninzusatz zu den anästhesierenden Lösungen ergibt eine sehr erwünschte Verlängerung der Dauer der Anästhesie um das Vielfache. Wesentlich einfacher ist es, wenn durch den für die beabsichtigte Operation notwendigen Schnitt selbst größere Abschnitte des Operationsfeldes versorgende sensible Bahnen freigelegt und unterbrochen werden können. Diesen Weg hat Cushing beschritten bei der operativen Behandlung der Inguinalhernien. Er legt unter Schleichscher Infiltrationsanästhesie die Gegend des Leistenkanals frei, sucht unter der Fascie den Stamm des N. ileoinguinalis und spermaticus externus auf und injiziert in jeden derselben etwa 1 % Kokainlösung. Es wird darauf sofort der Bruchsack und seine Umgebung, der Samenstrang, der Testikel und ein Teil der Haut der Inguinalgegend unempfindlich, und auch die Bassinische Radikaloperation kann gut zu Ende geführt werden.

Cushings Prinzip, die Operation mit der Freilegung von Nervenstämmen zu beginnen, um sie zu unterbrechen, ist von grundsätzlicher Bedeutung. So kann man z. B. die Exstirpation von Varicen im Gebiet der Vena saphena am Unterschenkel damit beginnen, daß man am Oberschenkel unter Infiltrationsanästhesie den Stamm der Vena saphena exzidiert, bis man an der Innenseite des Kniegelenks den Stamm des N. saphenus major trifft, und nun diesen durch endoneurale Injektion einiger Tropfen Kokain- oder Novokainlösung mit Suprareninzusatz leitungsunfähig machen. Es wird dann sofort das ganze weitere Operationsfeld bis herab zum medialen Fußrande völlig gefühllos. Wir werden diesem wichtigen Verfahren oft begegnen.

C. Leitungsanästhesie durch subdurale Injektion anästhesierender Lösungen (Medullaranästhesie).

Die Idee, Medikamente auf die Nervenstämme der Cauda equina bzw. das Rückenmark einwirken zu lassen, stammt von Corning. Er injizierte im Jahre 1885 einem Hunde 2 % Kokainlösung zwischen die Dornfortsätze der beiden untersten Brustwirbel und beobachtete fünf Minuten später sensible und motorische Störungen an den Hinterbeinen des Tieres. Bei einem Rückenmarkskranken, der dem gleichen Versuch unterzogen wurde, trat nach zehn Minuten Analgesie der unteren

Körperhälfte, dann Abstumpfung der Sensibilität auch an den Armen ein. Corning war der Meinung, daß das injizierte Kokain von dem zwischen den Wirbelbögen gelegenen, stark entwickelten Venengeflecht resorbiert und dem Rückenmark zugeführt werde. Es erscheint indessen sehr wahrscheinlich, daß Corning schon damals die Kokainlösung, ohne es zu wollen, subdural injiziert hat. Denn von einer extraduralen Kokaininjektion zwischen die Dornfortsätze ist kaum eine Wirkung zu erwarten, wie er sie beobachtet hat. Später hat Corning Kokain und andere Medikamente absichtlich in den Lendenteil des Wirbelkanals injiziert. In seiner 1888 erschienenen Abhandlung „Pain" lautet die Überschrift eines Kapitels „Irrigation of the cauda equina with medicinal fluids". In demselben wird unter anderem auch die Kokainisierung der Nervenstämme der Cauda und die Möglichkeit, sie zu operativen Zwecken zu verwenden, besprochen. Corning ist selbst nicht Chirurg und fand auch keinen Chirurgen, der sich für die Sache damals interessiert hätte. Seine auf die Medullaranästhesie bezüglichen Arbeiten sind ganz unbekannt und unbeachtet geblieben. Die funktionslähmende Wirkung des auf das freigelegte Rückenmark von Tieren applizierten Kokains beobachteten Aducco, Mosso (1890) und später Odier (1898).

Nachdem von Quincke die Technik der Lumbalpunktion ausgearbeitet worden war, ferner Chipault, Jaboulay, Jakob und Sicard die Unschädlichkeit subduraler Injektionen von Arzneimitteln erwiesen hatten, beschäftigte sich der zuletzt genannte auch mit der Medullaranästhesie und wies nach, daß bei Hunden 0,005—0,1 pro Kilo Kokain, in den Wirbelkanal injiziert, eine sehr ausgedehnte, an den Hinterbeinen beginnende, sich allmählich auf den Rumpf, die Vorderbeine und den Kopf ausbreitende Analgesie hervorrufen.

Kurz zuvor (1899) aber war bereits die erste Arbeit Biers über die Medullaranästhesie erschienen. Ihm verdanken wir die Ausbildung des Verfahrens zu einer chirurgischen Anästhesierungsmethode und ihre Einführung in die Praxis beim Menschen. In Deutschland fand das neue Verfahren zunächst wenig Anwendung. Denn es zeigte sich, daß der intraduralen Kokainisierung der spinalen Nerven erhebliche Übelstände und Gefahren anhaften; solange diese nicht zu beseitigen oder wenigstens zu mildern waren, konnte die Medullaranästhesie niemals eine Bedeutung gewinnen und der Narkose nennenswerte Konkurrenz machen. Diesen Schluß zog Bier bereits aus seinen ersten acht Beobachtungen am Menschen, warnte später gegenüber den enthusiastischen Berichten französischer und amerika-

nischer Chirurgen zu wiederholten Malen davor, die Medullaranästhesie für ein harmloses und ungefährliches Verfahren zu halten, erklärte sie vielmehr zunächst noch für unreif, verbesserungsbedürftig und ungeeignet für die Praxis.

Die Erscheinungen, welche nach Einspritzung von 0,005—0,03 Kokain mittelst Quinckescher Lumbalpunktion in den Lumbalsack des Menschen beobachtet werden, sind folgende.

Bei vielen Kranken stellen sich sehr bald nach der Injektion Parästhesien, bestehend in Gefühl von Wärme, Kriebeln, Ameisenlaufen, Taubsein usw., ein, welche gewöhnlich an den Füßen beginnen und gegen den Rumpf zu sich ausbreiten. Bald darauf, meistens nach 5—10 Minuten, in einzelnen Fällen früher, in anderen später, entsteht zunächst eine Lähmung des Schmerzgefühls; Tastempfindung, Wärme- und Kältegefühl, Motilität und Reflexe sind noch erhalten. Bei kleineren Kokaindosen ist dies die ganze Wirkung. Bei größeren dagegen schwinden allmählich auch die übrigen Sinnesempfindungen. Bei großen Dosen werden endlich häufig ataktische Symptome an den unteren Extremitäten, Paresen und Lähmungen der Muskeln der Beine, des Afters und der Blase beobachtet. Die Unempfindlichkeit beginnt in der Regel an den Genitalien und in der Aftergegend, um dann die Füße zu ergreifen, nun rasch an den Beinen emporzusteigen und auf den Rumpf bis zur Nabelgegend vorzuschreiten. In einigen Fällen geht sie allmählich bis auf die Arme und den Hals über, ja sogar Unempfindlichkeit des Kopfes ist beobachtet worden.

Die Dauer der Anästhesie ist sehr verschieden und schwankt zwischen einer halben Stunde und zwei Stunden. Meist liegt sie in der Mitte zwischen diesen Werten. Die Teile, welche die Sensibilität zuletzt verlieren, erhalten sie auch am schnellsten wieder, so daß Operationen an den oberen Körperteilen, obwohl sie sich in einzelnen Fällen ausführen lassen, immer unsicher sind, während bei Anwendung nicht zu kleiner Kokaindosen auf Schmerzlosigkeit der Beine, des Dammes, der Aftergegend mit ziemlicher Sicherheit gerechnet werden kann. Freilich kommen auch Mißerfolge vor, wo die Anästhesie unvollkommen ist oder ausbleibt. Gelingt die Injektion einer geeigneten Kokainlösung, so ist die Analgesie eine so vollkommene und lang andauernde, daß, wenigstens von Nabelhöhe abwärts, alle Operationen schmerzlos ausgeführt werden können, also u. a. Amputationen und Resektionen an den Beinen, einschließlich der Hüftexartikulation, Operationen am Becken, am Damm und After, an den Genitalien, Operationen an Unterleibsbrüchen, an Blase, geburtshilfliche und gynäkologische Operationen.

Die Ursache dieser großartigen Lähmung des Schmerzgefühls ist zu suchen in der Einwirkung des Kokains auf die büschelförmig als feine Zweige aus dem Rückenmark austretenden hinteren Nervenwurzeln und die im Lumbalsack gelegenen Nervenstämme, welche von der injizierten Kokainlösung umspült werden. Für die Richtigkeit dieser Annahme, durch welche alle Erscheinungen befriedigend erklärt werden, sprechen zunächst eine Reihe theoretischer Erwägungen. Was nach einer Kokaininjektion in den Lumbalsack zu beobachten ist, ähnelt ganz den Folgen der Kokainisierung eines gemischten peripheren Nervenstammes. In beiden Fällen erweist sich die Einwirkung des Kokains auf die sensiblen Fasern erheblich intensiver, als auf die motorischen Fasern, letztere werden erst bei einem höheren Grad örtlicher Vergiftung affiziert. Desgleichen ist zur Lähmung des Tast- und Temperatursinns hier wie dort eine intensivere Kokainwirkung erforderlich, als zur Aufhebung der Schmerzempfindung. Der im allgemeinen proximal fortschreitende Charakter der Lähmung nach subduraler Injektion läßt erkennen, daß die Nervenwurzeln hauptsächlich betroffen werden. Das Kokain vermischt sich mit dem Liquor cerebrospinalis, verbreitet sich im Lumbalsack nach oben, wobei es allmählich mehr und mehr verdünnt wird, und lähmt sukzessive die ihrer Feinheit wegen seinem Einfluß besonders zugänglichen Wurzelfasern so weit, als es noch in wirksamer Konzentration an sie gelangen kann. Besonders die Fälle, wo die Lähmung in der Höhe des untersten Rückenmarksegments, also an den Genitalien und am After beginnt, können als der Typus einer aufsteigenden radikulären Lähmung angesehen werden. Daß das Rückenmark selbst nicht oder doch nicht wesentlich von dem injizierten Kokain betroffen wird, ergibt sich aus einigen von Tuffier und Hallion angestellten Tierversuchen. Es zeigte sich nämlich, daß nach einer subduralen Kokaininjektion in der Höhe der Wurzeln des Plexus brachialis zwar dieser selbst gelähmt wurde, die im Rückenmark gelegenen Leitungsbahnen für die untere Extremität aber weder unterbrochen, noch in ihrer Leitungsfähigkeit beeinträchtigt wurden. Selbstverständlich müssen aber im Lumbalsack auch die daselbst liegenden Nervenstämme der Cauda equina unter dem Einfluß des Kokains stehen, um so mehr, als das Mittel dort zuerst und wenig verdünnt hingelangt. Nervenwurzeln und intradural gelegene Nervenstämme sind scheidenlos, die örtlich anästhesierenden Mittel wirken hier deshalb ganz besonders intensiv, genau so, als wenn man sie unter die fibröse Scheide eines peripheren Nerven nach seinem Austritt aus dem Wirbelkanal injiziert.

Wenn wir also mit Bier dieses Anästhesierungsverfahren als „Rückenmarksanästhesie“ oder „Medullaranästhesie“ bezeichnen, so geschieht dies lediglich, um einen kurzen und bequemen Ausdruck zu haben. In Wahrheit verdankt die nach Injektion von Kokainlösung in den Wirbelkanal entstehende Anästhesie ihren Ursprung einer Leitungsunterbrechung der im Lumbalsack gelegenen Nervenstämme, sowie der Wurzeln der spinalen Nerven, sie stellt demnach eine besondere Form der peripheren Leitungsanästhesie dar. Sehr schlecht und verwirrend ist der Ausdruck „Medullarnarkose“, denn mit der Narkose hat das Verfahren nichts zu tun.

Die spezifische Einwirkung einer Kokainlösung auf die Nervensubstanz ist eine so intensive, daß sie vollauf zur Erklärung der Medullaranästhesie ausreicht. Die Steigerung des intraduralen Druckes, welche durch die Injektion einer Flüssigkeit an sich in den Lumbalsack bewirkt wird, genügt nicht zur Hervorrufung merklicher Sensibilitätsstörungen. Sicard injizierte Hunden von 10—15 Kilo Gewicht gegen 200 ccm 0,5 % Kochsalzlösung und beobachtete danach vorübergehende Paresen, aber keine Sensibilitätsstörungen. Auf Druckreize reagieren ja bekanntlich die motorischen Nerven früher als die sensiblen. Derselbe Autor erzählt, wie Brissaud einem Kranken mit tuberkulöser Meningitis 100 ccm physiologische Kochsalzlösung subdural injizierte, ohne daß die Sensibilität oder Motilität der unteren Extremitäten dadurch beeinflußt worden wäre. Tuffier und Hallion steigerten den intraduralen Druck bei Hunden auf das 5—6fache des Anfangswertes: bemerkenswerte Sensibilitätsstörungen blieben selbst dann aus, wenn diese Drucksteigerung 15—20 Minuten fortgesetzt wurde. Eine Medullaranästhesie kommt also ebenso wie eine Infiltrationsanästhesie nur dann zustande, wenn die injizierte Flüssigkeit irgend welche Faktoren enthält, welche die Nervensubstanz chemisch oder physikalisch alteriert. Von physikalischen Faktoren spielt hier ebenfalls schwerlich etwas anderes, als der durch ihren Gefrierpunkt bestimmte osmotische Druck der injizierten Kokainlösung eine Rolle. Aus Edens Versuchen an Katzen ist zu entnehmen, daß die Nervenstämme der Cauda equina und die spinalen Nervenwurzeln sehr empfindlich gegen Quellung und Wasserentziehung sind; das kann wohl von vornherein angenommen werden, da die Nervensubstanz innerhalb des Duralsacks sich in dieser Beziehung nicht anders verhalten wird, wie außerhalb desselben. Eden sah auch nach Injektion „physiologischer“ Kochsalzlösung in den Lumbalsack geringe Anästhesie auftreten. Er sagt aber nicht, ob er wirklich die für die Katze physiologische Kochsalzkonzentration angewendet hat. Bei Injektion 0,2 % Kochsalzlösung und reinen Wassers

entstand intensive Medullaranästhesie, die in diesem Fall zweifellos als Quellungsanästhesie aufzufassen ist. Desgleichen entstand Medullaranästhesie nach Injektion 2 % also wasserentziehender Kochsalzlösung. Zu bemerken ist, daß nach Tuffier und Hallion nach Injektion reinen Wassers bei Hunden Medullaranästhesie nicht zu beobachten ist, und beim Menschen weder Wasser- noch Kochsalzlösung Anästhesie erzeugt. Systematisch angelegte Tierversuche über die Einwirkung der Quellung und Wasserentziehung auf die intradural gelegene Nervensubstanz, bei größeren Tieren, welche Tierversuchen über die Wirkung subdural injizierter Medikamente vorauszugehen hätten, sind noch nicht angestellt worden. Eine nennenswerte praktische Bedeutung für die Anwendung der Lumbalanästhesie beim Menschen kommt dieser Frage deshalb kaum zu, weil die stets verhältnismäßig geringe Menge Kokainlösung, welche injiziert wird, sich schnell mit einer verhältnismäßig großen Menge der im Duralsack enthaltenen Cerebrospinalflüssigkeit vermischt, osmotische Spannungsdifferenzen, welche etwa zwischen Cerebrospinalflüssigkeit und Kokainlösung vorhanden sind, also bald ganz oder fast ganz ausgeglichen werden müssen. Es ist daher, wie Bier bemerkt, für das Gelingen der Anästhesie ganz gleichgültig, ob man das Kokain in destilliertem Wasser, oder in 0,2 %, oder physiologischer Kochsalzlösung gelöst benutzt, was ja in gleicher Weise auch für die Infiltrationsanästhesie zutrifft.

Bei sehr vielen Kranken, einige Operateure berichten über einen Prozentsatz von mehr als der Hälfte, stellten sich 10—15 Minuten nach der Injektion von Kokain Allgemeinerscheinungen ein, bestehend in Beängstigung, Atemnot, Schweißausbruch, Zittern der Glieder, Übelkeit und Erbrechen. Der Blutdruck war niedrig, der Puls beschleunigt. Meist gingen diese Erscheinungen bald vorüber, in einzelnen Fällen steigerten sie sich zu schweren Kollapsen bedrohlichster Art, die Atmung stand still, so daß künstliche Atmung gemacht werden mußte, in einigen Fällen trat der Tod ein. Ebenso häufig waren Nachwirkungen vorhanden. Mehr als die Hälfte der Kranken bekam einige Stunden nach der Injektion Kopfschmerzen. Letztere waren meistens sehr heftig, oft kaum erträglich und hielten bisweilen tagelang an. Dazu kam Schwindel, Erbrechen, Schlaf- und Appetitlosigkeit, andauerndes Schwächegefühl. Ein großer Teil der Kranken (nach Tuffier 45 %) zeigte mehrere Stunden nach der Injektion eine Temperatursteigerung auf 39° und 40° und darüber, welche häufig durch einen Schüttelfrost eingeleitet wurde. Nach 5—10 Stunden pflegte die Temperatur wieder zur Norm abzufallen. In einzelnen Fällen steigerten sich die Nach-

wirkungen zu ausgesprochen meningitischen Symptomen: Starre der Nacken- und Rückenmuskulatur, Rückenschmerzen, Pulsverlangsamung, tagelang anhaltendes Erbrechen, Paraplegien der Beine wurden beobachtet. Auch in der Periode der Nachwirkungen sind Todesfälle vorgekommen. Zahradnicky zählte bis zum Jahre 1902 4679 Fälle, wo von verschiedenen Chirurgen die Medullaranästhesie Anwendung fand. 212mal war die Anästhesie ungenügend oder blieb ganz aus, 58mal traten schwere, das Leben bedrohende Nebenwirkungen auf, 12mal erfolgte der Tod, davon 11mal nach Kokain-, 1mal nach Eukaininjektion. Mögen nun auch nicht alle diese Todesfälle, wie Tuffier ausführt, der Methode direkt zur Last fallen, einige sind doch unzweifelhaft eine Folge der Medullaranästhesie gewesen, und ebenso unzweifelhaft hat noch eine große Zahl von Kranken infolge ihrer Anwendung in der größten Lebensgefahr geschwebt.

Die intradurale Kokainisierung war also damals keinesfalls ein Verfahren, welches mit der Narkose konkurrieren konnte.

Wir wollen nun versuchen, die Ursachen der mit der subduralen Kokaininjektion verbundenen Gefahren und Übelstände kennen zu lernen, um dann zu sehen, wie solche zu beseitigen sind oder bereits beseitigt werden konnten.

Nicht völlig vermeiden läßt sich der völlige Mißerfolg, das Ausbleiben der erwarteten Anästhesie. Er wird verursacht meist durch fehlerhafte Injektionstechnik, bisweilen durch abnorme Konfiguration der Wirbelsäule oder des Spinalkanals. Er läßt sich durch Übung und vorschriftsmäßige Technik auf ein Minimum reduzieren. Für das Gelingen der Anästhesierung ist es von wesentlicher Bedeutung, daß das Anästheticum in den freien Subduralraum gelangt und nicht zwischen die Nervenstämme der Cauda equina. Letztere liegen nicht dicht nebeneinander, sondern sie lassen hinten einen mit Cerebrospinalflüssigkeit gefüllten Spaltraum (Cysterna terminalis nach Dönitz) zwischen sich. In diesen muß die Spitze der Hohlnadel eingeführt werden, damit das Anästheticum sich mit dem Liquor mischen, mit ihm sich nach oben verschieben und die hinteren Wurzeln umspülen kann. Wird dagegen die anästhesierende Flüssigkeit zwischen die Nerven der Cauda injiziert, so beobachtet man oft partielle, einseitige, auf das Gebiet einzelner Nervenstämme beschränkte, nach oben sich nicht ausbreitende Anästhesien.

Sehr zahlreiche Umstände sprechen dafür, daß die Nebenwirkungen, welche bald nach subduraler Injektion von Medikamenten eintreten (Erbrechen, Schweiß, Sinken des Blutdrucks, Kollaps), nicht

als resorptive Giftwirkungen, sondern als sogenannte bulbäre Wirkungen aufzufassen sind, bedingt durch direkte Einwirkung der Gifte auf das Zentralnervensystem, namentlich auf die Medulla oblongata. Die angewendeten Kokaindosen sind so kleine, daß man solche Nebenwirkungen resorptiver Art gar nicht erwarten kann. Klapp hat zwar am Tier nachgewiesen, daß die Resorption aus dem Duralsack schneller vor sich geht, wie die parenchymatöse Injektion aus dem Unterhautzellgewebe, aber die Nebenwirkungen bei intraduraler Kokaininjektion haben keine Ähnlichkeit mit den bekannten Symptomen der akuten Kokainvergiftung. Namentlich fehlen die bei schneller Resorption toxischer Kokaindosen eintretenden Krämpfe. Handelte es sich um resorptive Kokainvergiftungen, so würde man sie durch Verdünnung der Lösungen leicht vermeiden können, was durchaus nicht der Fall ist.

Das gleiche gilt erst recht von den übrigen zur Medullaranästhesie gebrauchten Mitteln: die Dosen sind viel zu klein, um auch bei schnellster Resorption toxisch wirken zu können. Auf der anderen Seite lassen sich alle klinischen Beobachtungen ungezwungen erklären, wenn wir annehmen, daß die injizierten Medikamente örtlich auf das Zentralnervensystem einwirken. Die anatomische Möglichkeit hierzu ist gegeben. Denn der Subarachnoidealraum steht durch das Foramen Magendii in offener Verbindung mit dem vierten Ventrikel, und wir wissen durch Aducco und Mosso, daß ein Tropfen konzentrierter Kokainlösung, auf den Boden des vierten Ventrikels gebracht, den sofortigen Tod eines Tieres verursacht.

Heinecke und Läwen haben durch neue Tierversuche, bei denen sie die bisher allen solchen Versuchen anhaftenden Fehler mit Erfolg vermieden haben, nachgewiesen, daß bei intraduraler Einverleibung eines Medikaments (Novokain) schwerere, viel länger anhaltende, überhaupt völlig anders verlaufende Vergiftungen entstehen, als bei intravenöser Injektion der gleichen Dosis des gleichen Mittels, wo doch also die Resorptionsgeschwindigkeit zweifellos viel größer ist, als bei intraduraler Injektion. Sie haben weiter festgestellt, daß die Tiere eine auf lumbalem Wege injizierte, sonst absolut tödliche Dosis des Medikaments anstandslos, in der Regel ohne jegliches Symptom von Vergiftung vertragen, wenn zuvor der Duralsack oben durch Abbinden gegen die Medulla oblongata abgeschlossen wird. Sie kommen daher auf experimentellem Wege ebenfalls zu dem Schluß, daß die Resorption aus dem Duralsack, so schnell sie auch sein mag, bei den beim Menschen in Frage kommenden Dosen keine Vergiftung hervorruft, und daß die Gefahren der Medullaranästhesie einzig und allein in der direkten Berührung der injizierten Lösung mit den lebenswichtigen Zentren liegen.

Wir werden demnach an dieser Auffassung, welche von Bier bereits in seiner ersten Publikation über die Rückenmarksanästhesie ausgesprochen und auch von mir stets vertreten wurde, festhalten dürfen.

Die von Klapp und Dönitz hiergegen gemachten Einwendungen erscheinen mir nicht stichhaltig.

Zur Vermeidung oder Verminderung der bulbären Nebenwirkungen der medullaren Anästhesierung stehen uns daher offenbar zwei Wege zur Verfügung. Der eine besteht darin, daß man das Aufsteigen der in den Lumbalsack injizierten Lösung zur Medulla oblongata zu verhindern sucht, wie Heinecke und Läwen in ihren Tierversuchen. Der zweite Weg ist dann gangbar und würde zugleich den ersten entbehrlich machen, wenn es uns gelingt, Mittel zu finden, welche bei gleicher Intensität ihrer Wirkung auf die hinteren Wurzeln der peripheren Nerven, weniger intensiv wie Kokain örtlich auf die Nervenzentren der Medulla oblongata einwirken.

Für die Benutzung des ersten Weges ist die Kenntnis der Bedingungen erforderlich, von denen die Ausbreitung der Anästhesie nach lumbaler Injektion abhängig ist. Eine wesentliche Rolle spielt hierbei zunächst die Dosierung des Medikaments und die Menge der Flüssigkeit, in welcher gelöst es in den Lumbalsack injiziert wird. Mit der Dosis geht die Ausbreitung der Anästhesie nach oben stets Hand in Hand. Für Operationen in Gebieten, welche von den Sakralnerven versorgt werden, After und Damm, braucht man erheblich geringere Dosen, als für Bauchoperationen. Ebenso erreicht die Anästhesie höher gelegene Wurzelgebiete, wenn eine gegebene Dosis des Medikaments in einer größeren Flüssigkeitsmenge gelöst zur Injektion verwendet wird. Die Ursache der letzteren Erscheinung ist leicht verständlich, das Medikament wird rein mechanisch durch den Spritzendruck nach oben befördert. Natürlicherweise ist aber dann die anästhesierende Wirkung entsprechend der größeren Verdünnung des Medikaments weniger intensiv und weniger andauernd. Auch sonst hat sich gezeigt, daß die Ausdehnung der Anästhesie nach oben vorzugsweise von mechanischen Druck- und Strömungsverhältnissen des Liquor cerebrospinalis abhängig ist. Strömt letzterer nach oben ab, so nimmt er das injizierte Medikament mit und bringt es in höhere Wurzelregionen, fließt nach der Injektion Cerebrospinalflüssigkeit aus der Schädelkapsel in den Spinalkanal ab, oder fehlt eine Strömung, so bleibt das Medikament im Lumbalsack liegen und wirkt nur auf die Sakralnerven. Von größter Bedeutung ist deshalb die Lagerung oder vielmehr der Lagewechsel der Kranken während und nach der Injektion (Dönitz). Nach Dönitz kommen folgende drei Fälle in Betracht:

1. Injektion im Liegen, der Kranke bleibt nach der Injektion liegen.
2. Injektion im Sitzen, darauf horizontale Lagerung.
3. Injektion im Sitzen, darauf starke Beckenhochlagerung.

Im ersten Falle bekommt man die geringste, im zweiten Falle höhere, im dritten Falle die höchste Ausdehnung der Anästhesie zu sehen. Denn wenn die liegende Stellung mit der sitzenden vertauscht wird, so läuft Liquor cerebrospinalis aus der Schädelkapsel in den Spinalkanal, legt man sich hin, so läuft er wieder in die Schädelkapsel zurück. Eine noch größere Menge Liquor fließt kopfwärts, wenn nachher Beckenhochlagerung hergestellt wird. Entsprechende Strömungen des Liquor können ferner durch Umlegen einer Stauungsbinde um den Hals (Strömung abwärts!) und Wiederabnehmen derselben (aufwärts!) oder durch Exspiration bei zugehaltener Nase (abwärts!) und Unterbrechung dieser Prozedur (aufwärts!) willkürlich hervorgerufen werden (Bier und Dönitz). Die Benutzung dieser Maßnahmen hat zu dem wichtigen Ergebnis geführt, daß mit ein und derselben Dosis je nach Wunsch höhere oder tiefere Wurzelbezirke in den Bereich der Anästhesie gezogen werden können, und daß die Verwendung einer höheren Dosis zur Ausdehnung der Anästhesie nach oben entbehrlich ist.

Die Verhütung eines Teiles der Gefahren der subduralen Kokaininjektion fällt freilich zusammen mit der Verhütung des Aufsteigens des Anästheticums zum Gehirn, mag man nun kleine Dosen mit Beckenhochlagerung oder größere ohne solche anwenden. Alle die eben erwähnten Mittel, welche geeignet sind, die medullare Anästhesie höher zu treiben, mußten daher bei Verwendung von Kokain sorgsam vermieden werden. In demselben Sinn hilfreich wirkt augenscheinlich ein Zusatz von Suprarenin zum Kokain. Nach Bier und Dönitz, denen sich die Erfahrungen des Verfassers*) anschlossen, wird bei gleichzeitiger Anwendung von Suprarenin die medullare Kokainanästhesie in sehr auffallender Weise auf die unteren Rückenmarkssegmente beschränkt, bei gleichzeitiger Steigerung der Intensität und Dauer der Anästhesie. Durch die Verwendung des Suprarenins war die medullare Kokainanästhesie zu einem verhältnismäßig gefahrlosen, vielseitig praktisch brauchbaren Verfahren geworden, wenn man zugleich die Beckenhochlagerung vermied und sich darauf beschränkte, Anästhesie bis etwa zur Höhe des Lig. Poupartii hervorzurufen.

*) Kurzwelly, Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie, Bd. 78, S. 142.

Die eigentümliche Wirkung des Suprarenins auf die medullare Kokainanästhesie, sie auf die unteren Nervenwurzeln zu beschränken und damit ihre Gefahren zu verringern, hat eine befriedigende Erklärung noch nicht gefunden. Jedenfalls ist es nicht angängig, sie auf die resorptionsbeschränkende Wirkung des Suprarenins zu beziehen. Denn die Nebenwirkungen des lumbal injizierten Kokains sind eben keine toxischen, sondern sind örtliche Wirkungen. Wird also die Resorption des Medikaments beschränkt, so müßte man eine Steigerung nicht nur der Anästhesie, sondern auch der Nebenwirkungen erwarten. Vielleicht bewirkt die durch das Suprarenin notwendig bedingte Kontraktion der Gefäße im unteren Teil des Spinalkanals eine Erweiterung des Lumbalsacks und damit eine absteigende Strömung des Liquor cerebrospinalis. Doch ist das nichts als eine Hypothese, welche jederzeit einer besseren Erklärung Platz machen kann.

Eine zweite Gruppe von Nebenwirkungen der Medullaranästhesie — ich will nicht behaupten, daß sie sich in Wirklichkeit so scharf, wie auf dem Papier abgrenzen läßt — hat zweifellos eine ganz andere, von der spezifischen Einwirkung des angewendeten Anästheticums ganz unabhängige Entstehungsursache. Es gehört hierher der größte Teil der erst längere Zeit nach der Injektion in Erscheinung tretenden Nachwirkungen, als da sind Schüttelfrost, Fieberbewegungen, Kopf- und Rückenschmerzen u. dgl. Sie werden, sicherlich mit Recht, aufgefaßt als die Symptome einer Reizung der Meningen durch die in den Duralsack gebrachten fremdartigen Substanzen, als eine reaktive Entzündung. Es fehlt nicht an direkten Beweisen für die Richtigkeit dieser Annahme. Der Liquor cerebrospinalis ist unter normalen Verhältnissen fast frei von geformten Bestandteilen und steht unter einem mäßigen positiven Druck. Guinard machte bei Kranken, welche unter heftigen Nachwirkungen der medullaren Anästhesierung zu leiden hatten, nachträglich eine zweite Lumbalpunktion. Es fand sich, daß bei ihnen der Liquor cerebrospinalis unter einem sehr hohen Druck stand und im Strahl aus der Punktionsnadel hervorspritzte. Bisweilen wurden 10—20 ccm Liquor entleert, worauf die Kopfschmerzen und anderen Nachwirkungen sofort nachließen. Ravaut und Aubourg haben nun die bei solchen Kranken herausgelassene Cerebrospinalflüssigkeit einer systematischen Untersuchung unterzogen und festgestellt, daß sie zwar niemals Bakterien enthielt, wohl aber verhältnismäßig große Mengen von Leukozyten. Eine erneute Lumbalpunktion einige Tage später ergab wieder normale Cerebrospinalflüssigkeit. Bei Kranken, welche Nachwirkungen überhaupt nicht hatten, zeigte Druck und sonstiges Verhalten der Cerebrospinalflüssigkeit niemals eine Abweichung von der Norm. Eine unserer Kranken jedoch wurde zweimal in medullarer Alypin-Suprareninanästhesie operiert. Zwischen beiden Operationen lag ein Intervall von ungefähr 48 Stunden. Bei

der zweiten Anästhesierung war die ausfließende Cerebrospinalflüssigkeit trüb. Sie enthielt Leukozyten, war frei von Bakterien. Nachwirkungen hat aber die Kranke weder nach der ersten, noch nach der zweiten Injektion gehabt. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Nachwirkungen und meningealer Reizung wird sich trotzdem nicht bestreiten lassen. Dafür spricht schon, daß die Nachwirkungen in einzelnen Fällen den ausgesprochenen Charakter einer Meningitis angenommen haben.

Ursache der meningealen Reizung kann sein die Lumbalpunktion an sich, welche bekanntlich manchmal von Nachwirkungen, wie Kopfschmerzen, Rückenschmerzen und Fieberbewegungen begleitet ist, weiter das Lösungsmittel des Medikaments, und endlich dieses selbst.

Nach den Erfahrungen von Guinard und Kozlowski, welche später durch Beobachtungen von Stolz und Schwarz bestätigt worden sind, kann es kaum einem Zweifel unterliegen, daß sowohl Wasser, als selbst physiologische Kochsalzlösung relativ häufig Nachwirkungen verursachen. Guinard und Kozlowski kamen deshalb auf den naheliegenden Gedanken, das Medikament in der ausfließenden Cerebrospinalflüssigkeit aufzulösen. Will man sich dieses einfachsten Verfahrens nicht bedienen, so ist es jedenfalls ratsam, eine mit möglichst wenig Wasser oder Kochsalzlösung hergestellte Lösung des Anästheticums vor der Injektion in den Spinalkanal reichlich mit Cerebrospinalflüssigkeit zu verdünnen. Der Möglichkeit einer zufälligen unbeabsichtigten Beimengung reizender Substanzen, wie antiseptischer Mittel oder an Hohlnadel und Spritze haftender Sodalösung ist die größte Aufmerksamkeit zu schenken. Nicht unbedenklich nach derselben Richtung erscheint der Gebrauch der freie Salzsäure enthaltenden Suprarenin- oder Adrenalinlösung. Es ist besser, auch Suprarenin in Substanz in der Cerebrospinalflüssigkeit zu lösen. Schließlich werden wir Bedenken tragen müssen, ein Medikament in den Spinalkanal zu injizieren, von dem wir wissen, daß es reizende oder gewebsschädigende Wirkungen hervorrufen kann. Jedenfalls wird es dann nur in stark verdünnten Lösungen, wo die Reizwirkungen sich weniger äußern, zur Verwendung kommen dürfen. Die Beobachtung peinlichster Asepsis ist selbstverständliche Voraussetzung für den Gebrauch der Medullaranästhesie. Die Gefahr, Bakterien mit der Hohlnadel oder der injizierten Lösung in den Spinalkanal zu bringen, ist bei einiger Vorsicht wohl ausgeschlossen. Sonnenburg hat zwei Fälle von eitriger Meningitis erlebt. In beiden Fällen bei Kranken mit allgemeiner Sepsis. Er nimmt deshalb eine hämatogene Infektion der

durch die Anästhesierung gereizten Meningen an und rät, bei septischen Kranken von der Medullaranästhesie abzusehen. Endlich muß noch eines Zufalles gedacht werden, der bei der Lumbalpunktion vorkommen und unangenehme Folgen haben kann, die Entstehung eines Hämatoms des Dura mater infolge Anstechens eines Blutgefäßes. Solche Fälle sind von Reclus und Zaradnicky mitgeteilt worden, größere Blutungen, welche Störungen verursachen, sind aber im ganzen offenbar außerordentlich selten und lassen sich durch sorgfältige Beobachtung der Injektionstechnik auch vermeiden.

Obwohl das Suprarenin die praktische Anwendung der medullaren Kokainanästhesie innerhalb gewisser, oben bezeichneter Grenzen möglich gemacht hatte, hat man doch das Kokain jetzt allgemein aufgegeben und bedient sich anderer Mittel, bei denen die Gefahr der bulbären Nebenwirkungen geringer ist. Ihr Gebrauch gestattet, unter Benutzung der durch den Lagewechsel des Kranken bedingten Verschiebung der Cerebrospinalfüssigkeit im Duralsack mittels kleiner Dosen höhere Wurzelgebiete in das Bereich der Medullaranästhesie zu ziehen, als es beim Kokain möglich war. Während man früher den Lagewechsel mit aufsteigender Strömung des Liquor zu vermeiden hatte, gehört er jetzt nach Auffassung der Bierschen Schule geradezu zur Methode. Da nun aber noch keineswegs feststeht, welches Mittel das für die Medullaranästhesie am meisten geeignete ist, beschränke ich mich auf eine kurze Wiedergabe nur des Wesentlichsten eigener und fremder Erfahrungen, welche mit den verschiedenen Mitteln gemacht wurden.

Eukain-B ist nur auf v. Mosetigs Abteilung in einer größeren Reihe von Fällen (300) gebraucht worden, in Dosis von 0,03—0,06. Nach der Mitteilung von Silbermark ist man mit dem Mittel zufrieden gewesen. Bulbäre Nebenwirkungen waren in den ersten 200 Fällen an 20% zu verzeichnen, darunter zwei schwere und drei leichte Kollapse, später hat sich der Prozentsatz der Nebenwirkungen verringert. Beckenhochlagerung ist vermieden worden.

Die meisten Beobachtungen in neuerer Zeit sind mit Stovain gemacht worden. Das Mittel wirkt bei lumbaler Injektion insofern anders wie Kokain, als die motorischen Wurzeln fast ebenso schnell und ebenso intensiv betroffen werden, wie die sensiblen. Es entsteht daher fast stets eine motorische Lähmung der unteren Körperhälfte, was beim Kokain nur ganz ausnahmsweise zu beobachten ist. Ferner fallen außerordentlich frühzeitig die Sehnen- und Hautreflexe der unteren Körperhälfte aus (Finklenburg). Die Dosierung beträgt 0,04—0,06.

Mäßige Beckenhochlagerung ist bei dieser Dosierung zulässig*). Die Anästhesie geht dann schnell bis zur Nabelhöhe und zum Rippenbogen. Die Dauer der Anästhesie genügt oft in den oberen Regionen nicht, wird aber durch Suprareninzusatz erheblich gesteigert. Ob die Nebenwirkungen, ähnlich wie beim Kokain, günstig beeinflußt werden, ist sehr zweifelhaft. Bulbäre Nebenwirkungen sind sehr viel seltener als beim Kokain, die Nachwirkungen sind nicht häufiger. Ungefähr die Hälfte der Kranken mögen bei guter Technik frei von Neben- und Nachwirkungen bleiben. Doch sind eine Reihe sehr schwerer bulbärer Zufälle nicht ausgeblieben, teils allerdings infolge zu hoher Dosierung oder zu unvorsichtigen Gebrauchs der Beckenhochlagerung (Chaput bei 0,07, Sandberg bei 0,07, Greifenhagen bei 0,08 und 0,104, Dönitz bei 0,04 und steiler Beckenhochlagerung u. a.). Das bedrohlichste Symptom war stets Atemlähmung, so daß künstliche Atmung gemacht werden mußte; stets war gleichzeitig sehr hochgehende Anästhesie vorhanden. Die Analysierung einiger Todesfälle hat wenig Wert, weil in diesen Fällen immer noch Ursachen vorhanden waren, welche außer dem Stovain den Tod erklären können (Bosse, Chaput, Deetz), oder auch neben dem Stovain noch andere Gifte, wie Skopolamin (Krönig) verabreicht worden sind. Fast alle Chirurgen, welche über größere Reihen von Fällen verfügen, haben im Anschluß an die lumbale Stovaininjektion Abduzens- und Okulomotoriuslähmungen beobachtet, welche bis jetzt sämtlich nach kürzerem oder längerem Bestand geheilt sind. Verursacht werden sie zweifellos durch direkte Einwirkung des Mittels auf die motorischen Wurzeln der genannten Nerven. Weit schlimmere Fälle von wochenlang andauernden Lähmungen sind an den unteren Extremitäten beobachtet worden, teils einseitig, teils doppelseitig (Bosse, Trautenrot, König). In dem Fall von König blieb die komplette Lähmung der Beine, der Blase und des Mastdarms bestehen, und der Kranke ging nach drei Monaten zugrunde. Die Entstehungsgeschichte dieser Lähmungen ist leicht verständlich, wenn man berücksichtigt, daß einigermaßen konzentrierte Stovainlösung Gewebsgangrän und im Tierversuch mindestens irreparable Leitungsunterbrechung der mit ihr behandelten Nervenstämme verursacht (s. S. 131), eine Eigenschaft des Mittels, welche bekannt war, ehe es zur lumbalen Injektion Verwendung fand (siehe die erste Auflage dieses Buches). Wenn daher die von

*) Anmerkung bei der Korrektur: Krönig geht bis 0,1 und 0,12, vermeidet aber Beckenhochlagerung prinzipiell und injiziert sehr langsam (Penkert, Münchner med. Wochenschrift 1907 Nr. 4).

einigen Fabriken in den Handel gebrachte 10% Stovainlösung lumbal injiziert wird, und aus irgend einem Grunde, z. B. infolge seitlicher Injektion, ganz oder teilweise sich nicht mit dem Liquor cerebrospinalis vermischt, sondern zwischen den Nervenstämmen der Cauda liegen bleibt, so müssen schwere, vielleicht irreparable Schädigungen dieser Nerven entstehen, und es ist zu verwundern, daß sie nicht öfter zur Beobachtung gekommmen sind. Es ist also starke Verdünnung der Lösungen vor der Injektion unerläßlich. Vielleicht lassen sich die schweren Lähmungen dann vermeiden.

Novokain, in Verbindung mit Suprarenin und in Dosen von 0,1—0,125 mit Beckenhochlagerung gebraucht und besonders von Sonnenburg empfohlen, ist nach meinen eigenen Erfahrungen weit schlechter, als die vorsichtig angewendete Kokain-Suprareninanästhesie. Die bulbären Nebenwirkungen waren sehr häufig und schwer. Damit decken sich die ausgedehnten und vorzüglich registrierten Erfahrungen der Leipziger Klinik (Heinecke und Läwen). Ein so vortreffliches Anästheticum also das Novokain für Gewebsinjektionen ist, für die Medullaranästhesie scheint es nicht besonders geeignet zu sein. Auch eine Trochlearislähmung wurde beobachtet (Loeser).

Über Alypin sind größere Versuchsreihen noch nicht mitgeteilt worden, weshalb ich hier einen summarischen Bericht über meine eigenen im Laufe des vergangenen Jahres gemachten Erfahrungen einschalte.

In einer Versuchsreihe von 277 Fällen habe ich mich des Alypins bedient, in Dosis von 0,04—0,06, mit Suprareninzusatz, meist in Form von bei 100° sterilisierten Tabletten, die im Liquor gelöst wurden. Teilweise wurden die Tabletten in etwas Wasser gelöst, die Lösung wurde aufgekocht und, mit 3 bis 5 ccm Liquor verdünnt, injiziert.

1. Operationen am Damm und Aftergegend.

Prostatektomie	2
Exstirpatio recti	4
Fisteln, Fissuren, Abscesse	13
Hämorrhoiden	5
Urethrotomie	5
Urininfiltration	2
Verschiedenes	8
	39

12mal Nebenwirkungen, 11mal leicht, 1mal Kollaps, 10mal Nachwirkungen, 8mal ganz leicht, 1mal außer Kopfschmerzen anhaltendes Erbrechen, 1mal 24 Stunden lang Fieber, Kopfschmerz, Atembeschwerden. Die Anästhesie war immer vollständig.

2. Operationen an den unteren Extremitäten.

Amputationen und Exartikulationen	17
Resektionen	22
Osteomyelitis	16
Komplizierte Frakturen	5
Unkomplizierte Frakturen	4
Verschiedene Knochen- und Gelenkoperationen	9
Spaltungen, Ausschabungen, Geschwulstexstirpationen	47
	120

25 mal Nebenwirkungen, 22 mal unbedeutend, 2 mal Kollaps, darunter 1 mal beim Horizontalstellen des in Beckenhochlage operierten Kranken nach beendigter Operation. 33 leichte, 3 schwere Nachwirkungen. 9 Versager, 16 mal nicht absolute Anästhesie, ohne daß Narkose nötig gewesen wäre.

3. Vaginale Operationen.

Curettement und Austastung des Uterus	11
Vaginale Totalexstirpation	4
Varia	3
Summa	18

2 mal Nebenwirkungen, darunter 1 nicht unerheblicher Kollaps, 4 mal unbedeutende Nachwirkungen. Anästhesie 5 mal nicht völlig genügend.

4. Bauchoperationen.

Perityphlitis	24
Eingeklemmte und nicht eingeklemmte Hernien	50
Abdominelle Totalexstirpation, Myomektomie, Ovariektomie	14
Alexander-Adams	2
Sectio alta	1
Varia (Bauchdecken, Probelaparotomien)	9
Summa	100

56 mal Nebenwirkungen, 52 mal ohne Bedeutung, 4 mal Kollaps nach Horizontalstellung der in steiler Beckenhochlage operierten Kranken, nach Beendigung der Operation. Eine fast pulslose Kranke mit Ileus starb auf dem Operationstisch, wahrscheinlich nicht infolge der Medullaranästhesie. 34 mal Nachwirkungen, darunter 1 mal schwere: 24 Stunden Bewußtseinsstörungen und Unruhe im Anschluß an einen der erwähnten Kollapse. 6 Versager, 14 mal nicht völlig genügende Anästhesie.

Zusammen 277 Alypin-Suprareninanästhesien, 15 Versager (9 %), 85 mal unerhebliche, bulbäre Nebenwirkungen (30,7 %), 8 mal schwere Nebenwirkungen, in Kollaps bestehend (2,9 %), 78 mal leichte Nachwirkungen (24,5 %), 6 mal schwere Nachwirkungen (2,2 %). 35 mal war die Anästhesie nicht vollständig, wobei jedoch auch schon die nicht

ganz gefühllose Hautnaht mitgerechnet ist. Das Gesamtbild ist also kein besonders günstiges. Obwohl mehr als die Hälfte der Kranken frei von Neben- und Nachwirkungen geblieben sind, traten doch bei einzelnen Kranken, namentlich bei Bauchoperationen in steiler Beckenhochlage, schwere Neben- und Nachwirkungen auf. Das ernsteste Symptom war Herzschwäche. Besonders ungünstig wirkte das Mittel bei einigen bereits kollabierten Kranken (Ileus, gangränöse Hernien, Peritonitis). Auffallend waren einige Kollapse, die im unmittelbaren Anschluß an die Horizontalstellung aus Beckenhochlage beobachtet wurden*).

Umfangreiche und im allgemeinen günstige Berichte liegen endlich über Tropakokain vor (Schwarz, Slajmer, Neugebauer, Preindlsberger, Stolz, Füster u. a.). Die Dosis beträgt 0,05 bis 0,06. Nach Bier, der gleichfalls dem Tropakokain den Vorzug gibt, kommt man mit 0,05, verdünnt mit 10 ccm Liquor, bei Anwendung von Beckenhochlagerung stets aus. Letztere ist bei dieser Dosierung jedoch unerläßlich. Die Dauer der Anästhesie beträgt nach Schwarz im Gebiet der Sakralnerven 2 Stunden, an den unteren Extremitäten über 1 Stunde, am Bauch kaum 1 Stunde. Hier reicht die Zeit also nicht immer aus. Periphere motorische Lähmungen, Störungen des Atemzentrums sind bei mehr als 3000 Fällen nicht beobachtet worden, da das Mittel wenig auf die motorischen Bahnen wirkt und bekanntlich absolut reizlos ist. Bulbäre Nebenwirkungen, bestehend aus Blässe des Gesichts, Sinken des Blutdrucks, Kollaps scheinen selten zu sein, Erbrechen fehlt fast stets. Schwarz hatte in 1000 Fällen 5 mal Kollaps, 4 mal bei Kranken mit bereits schlechtem Puls. Ähnlich lauten auch die übrigen Berichte. Vor höheren Dosen, wie sie u. a. Kader braucht, um Strumektomien unter Medullaranästhesie auszuführen (0,1—0,12), kann nur gewarnt werden. In der Bierschen Klinik ist bei einer Dosis von 0,13 ein Todesfall im unmittelbaren Anschluß an die Injektion vorgekommen, die Anästhesie war rapid, ohne Beckenhochlagerung, bis zum Hals gestiegen. Tropakokain ist überall ohne Suprareninzusatz verwendet worden.

Fassen wir die bisherigen Erfahrungen zusammen, so ergibt sich, daß bei allen Mitteln bulbäre Nebenwirkungen sich zeigen

---

*) Anmerkung bei der Korrektur: der Bericht von Caesar (Mitteil. aus d. Hamburg. Staatskrankenanstalten Bd. VII Heft 4) über 150 Medullaranästhesien lautet anscheinend günstiger, obwohl bis zu Dosen von 0,1 Alypin mit Suprarenin gegangen wurde. Nach meinen Erfahrungen ist die Überschreitung einer Dosis von 0,05 Alypin unzulässig und unnötig.

können, daß dieselben aber sich einschränken lassen bei Innehaltung gewisser Vorsichtsmaßregeln. Zu diesen gehört nach wie vor die Vermeidung zu hochgehender Anästhesien, ferner die Verwendung so kleiner Dosen, daß starke Verdünnung der Lösung und Beckenhochlagerung nötig ist, um die Anästhesie zur gewünschten Höhe zu bringen. Die Zukunft muß lehren, ob man berechtigt ist, über die Unterbauchgegend hinauszugehen. Das, was in dieser Richtung bisher geschehen ist, kann nur als Versuch gelten. Die Nachwirkungen sind, soweit sich das feststellen läßt, ziemlich bei allen Mitteln in gleicher Weise beobachtet worden. Die Nachwirkungen können durch so viele verschiedene, von der Wahl des Mittels unabhängige Momente bedingt sein, daß darüber freilich sehr schwer ein objektives Urteil zu gewinnen ist.

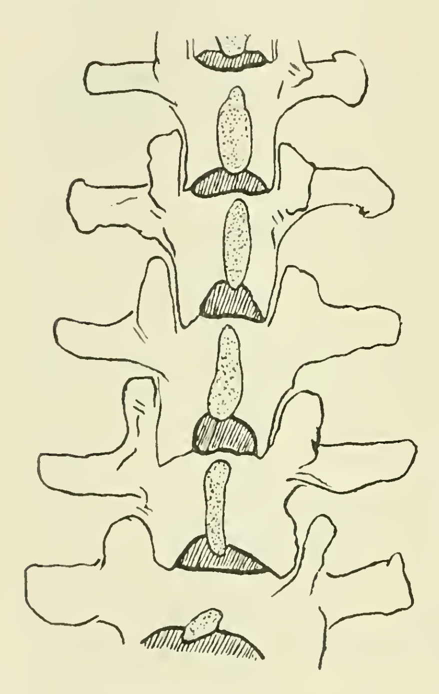


Fig. 8 (nach Braun-Göttingen).

Die Berichte über Tropakokain machen zurzeit denjenigen Eindruck, der das meiste Vertrauen einflößt. In Fällen von Herzschwäche dürfte Stovain vorzuziehen sein, wenn es gelingt, die schweren Lähmungen zu vermeiden, was nicht unwahrscheinlich ist.*)

Was den Suprareninzusatz zu den anästhesierenden Mitteln betrifft, so möchte ich ihn zur Verlängerung der Dauer der medullaren Anästhesie bei Operationen in der Unterbauchgegend und an den unteren Extremitäten nicht entbehren. Auch die Dauer der Tropakokainanästhesie wird durch Suprarenin immerhin etwa auf das Doppelte verlängert. Daß Suprarenin schädlich sein kann, scheint mir nicht erwiesen zu sein; allerdings darf man sich nicht der fabrikmäßig hergestellten sauren Adrenalin- und Suprareninlösungen oder der rot und braun gefärbten fertigen Mischungen, in denen das Suprarenin halb zersetzt ist, bedienen.

*) Ich habe mit 0,05 Tropakokain 2 mal schwere Kollapse gesehen!

Technik der Medullaranästhesie. An der Rückseite der Lendenwirbelsäule lassen die Wirbelbögen Spalten zwischen sich, in deren Bereich der Wirbelkanal nur durch die Rückenmarkshäute geschlossen ist (Fig. 8). Sie sind bei Kindern weiter als beim Erwachsenen. Sie verbreitern sich, wenn die Lendenwirbelsäule mit der Konvexität nach hinten gekrümmt wird, und werden bei Seitwärtsbiegung der Wirbelsäule von der Seite der Konvexität her besser zugänglich. Das Rückenmark reicht beim Erwachsenen bis zum oberen Ende des zweiten Lendenwirbels herunter, bei Kindern etwas weiter, aber niemals unter den dritten Lendenwirbel. Eine Verletzung des Rückenmarks kann aiso nicht stattfinden, wenn die Lumbalpunktion unterhalb des dritten, bei Erwachsenen unterhalb des zweiten Lendenwirbels ausgeführt wird.

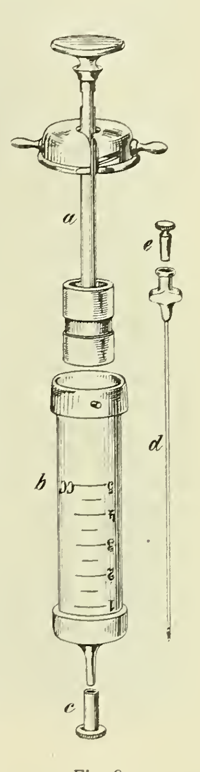


Fig. 9.

Zur Ausführung der Lumbalpunktion sind Hohlnadeln von 8—10 cm Länge und 0,8—1 mm Durchmesser erforderlich. Dickere Nadeln verletzen mehr als notwendig, dünnere besitzen nicht die genügende Festigkeit. Die Spitze muß, wie bei allen für die Lokalanästhesie bestimmten Hohlnadeln, kurz abgeschliffen sein. Als Spritze dient mir eine 5 oder 10 ccm fassende Rekordspritze aus Glas mit eingeschliffenem Metallkolben (Fig. 9). Der Kolben *a* läßt sich ganz herausziehen, die Ausflußöffnung der Spritze läßt sich durch einen Deckel (*c*), desgleichen die Hohlnadel durch einen Stöpsel (*e*) verschließen. Sämtliche Utensilien werden entweder in Wasser oder in Sodalösung ausgekocht. In letzterem Fall ist Spritze und Hohlnadel sorgfältig durch Auswaschen mit Wasser oder Kochsalzlösung von der anhaftenden Soda zu befreien.

Für das Anästheticum wird die komprimierte Tablette stets die beste, haltbarste und handlichste Form bleiben, die es geben kann. Nachdem uns die in Frage kommenden Mittel sämtlich in beliebigen Dosierungen mit und ohne Suprareningehalt (von G. Pohl in Schönbaum bei Danzig) geliefert werden, liegt keine Veranlassung vor, uns einer anderen Form zu bedienen.

Falls die Tabletten in der Cerebrospinalflüssigkeit aufgelöst werden sollen, müssen sie sterilisiert werden. Es geschieht dies, indem

sie eine Stunde lang einer Temperatur von 100° ausgesetzt werden (im Wasserbad nach Viktor Meyer, nicht im Dampfsterilisator). Sie vertragen diese Prozedur ohne chemische Veränderung ihrer Bestandteile. Sehr bequem für die Tablettentechnik ist der in Fig. 10 abgebildete „Tablettensterilisator“ von C. G. Heynemann in Leipzig). In einer

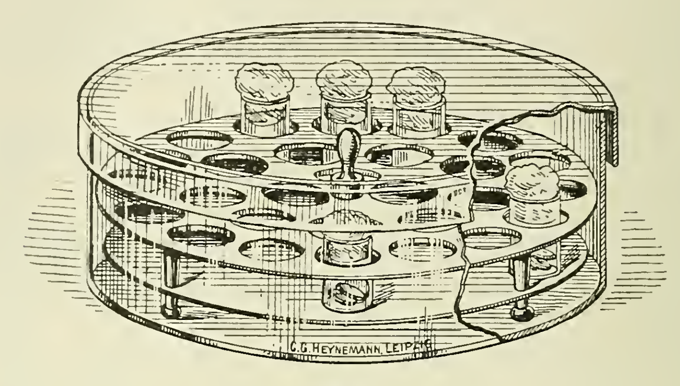


Fig. 10.

Glasdose mit Deckel stehen eine größere Anzahl kleiner Gläschen, von denen jedes eine Tablette enthält und mit Watteverschluß versehen ist. Das Ganze wird sterilisiert. Jedes Gläschen kann aus der Dose herausgenommen werden, ohne die Sterilität der übrigen

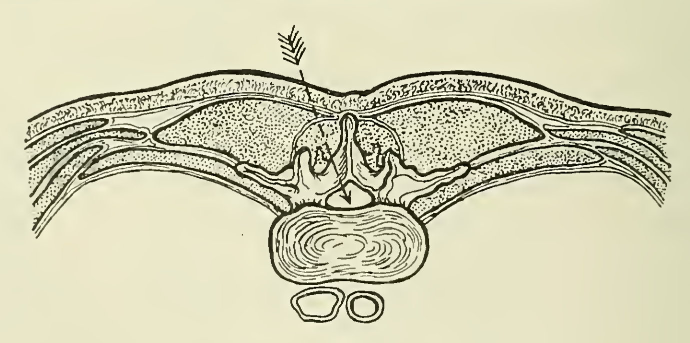


Fig. 11 (nach Tuffier).

zu beeinträchtigen. Man kann jedoch die Tabletten auch in wenig Wasser im Reagensglas auflösen, die Lösung aufkochen und mit Liquor verdünnen. Die Tabletten bedürfen dann keiner vorherigen Sterilisation. Fertige sterilisierte Lösungen in zugeschmolzenen Glasphiolen zu verwenden, ist meiner Ansicht nach nur zulässig bei einfachen Mitteln ohne Suprarenin- oder Homorenonzusatz, weil letzteres

sich in den Lösungen verändert. Übrigens werden alle Alkaloidlösungen besser frisch bereitet.

Die Lumbalpunktion ist so auszuführen, daß die Hohlnadel den Spinalkanal genau in der Mittellinie trifft, um in den Raum zu gelangen, welchen die beiden Bündel der Cauda zwischen sich lassen. Am sichersten wird dies erreicht, wenn die Hohlnadel in der Mittellinie zwischen zwei Dornfortsätzen eingestochen und genau in der Medianlinie bis in den Spinalkanal vorgeschoben wird. Für denjenigen, der über die Anfangsgründe der Technik hinaus ist, ist ein Einstichpunkt 1 bis $1^1/_2$ cm seitlich von der Mittellinie bequemer, weil dadurch die starren Lig. interspinalia vermieden werden. Die Nadel wird dann mit ganz geringer Neigung gegen die Mittellinie zu vorgeschoben, macht den in Fig. 11 durch den Pfeil bezeichneten Weg und trifft die Dura ebenfalls in der Mittellinie.

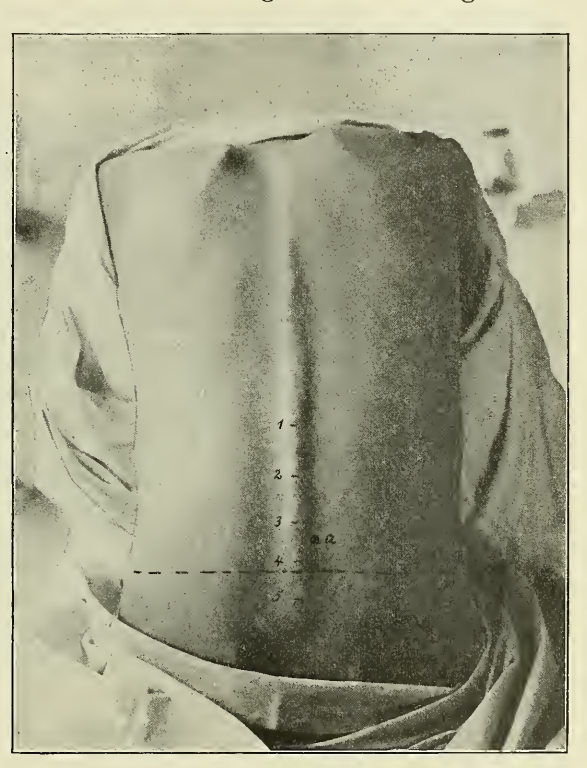


Fig. 12.

Die Punktion kann bei sitzender Stellung des Kranken ausgeführt werden, wo sie für den weniger Geübten leichter ist. Man läßt den Kranken auf den Rand des Operationstisches sitzen und den Oberkörper stark nach vorn neigen (Fig. 12). Da nun aber viele Kranke (komplizierte Frakturen und andere schmerzhafte Erkrankungen der unteren Extremitäten, viele eingeklemmte Hernien, Perityphlitis usw.) nicht sitzen können, muß man die Punktion ebensooft in Seitenlage machen. Man läßt die Wirbelsäule ebenfalls stark kyphotisch verkrümmen (Fig. 13). Die Höhe des Einstichpunktes wird durch das Verfahren von Jakoby bestimmt. Man markiert mittels Blaustiftes

oder mittels des Randes eines Handtuchs die Querlinie, welche die Höhe der beiden Darmbeinkämme verbindet. Sie trifft, wie Fig. 12 und 13 zeigen, ungefähr den Dornfortsatz des vierten Lendenwirbels. Der nächst höhere oder übernächste Interspinalraum wird zum Einstich benutzt. Der Einstichpunkt, also entweder in der Mittellinie oder an der in Fig. 12 und 13 mit *a* bezeichneten Stelle, welcher bei Seitenlage an der dem Tisch zugekehrten Seite des Patienten liegen muß, wird mit einer Quaddel markiert. Dadurch bleibt der Punkt dem Auge sichtbar, braucht nicht nochmals gesucht zu werden, und die Kranken



Fig. 13.

weichen nicht aus, wenn der eigentliche Einstich erfolgt. Nachdem nun der Rücken sorgfältig desinfiziert worden ist, wird die Hohlnadel in der beschriebenen Weise eingestochen. Stößt man in einer Tiefe von wenigen Zentimetern bereits auf Knochen (Wirbelbogen), so muß der Nadel eine Richtung ein wenig mehr nach oben oder nach unten gegeben werden. Zuletzt schiebt man sie langsam, ruckweise vor, bis sie sich im Lumbalsack befindet. Stößt man wieder auf Knochen (Vorderwand des Spinalkanals), was aber schon ein technischer Fehler ist, so zieht man sie etwas zurück. Beim Durchstechen der Dura entsteht ein geringer Schmerz, die Hand fühlt den Widerstand des harten Gewebes. Unmittelbar darauf fließt die Cerebrospinalflüssigkeit in mehr oder

weniger schneller Tropfenfolge aus. Geschieht dies nicht, so läßt man den Kranken husten oder geht mit dem Mandrin in die Hohlnadel. Gelingt es nicht, freien Ausfluß des Liquor zu erzielen, so punktiert man an anderer Stelle. Jedenfalls darf nichts injiziert werden, wenn die Flüssigkeit nicht relativ rasch ausfließt. Denn nur dann ist man sicher, daß die Spitze der Hohlnadel sich an der richtigen Stelle befindet. Unterdessen ist das Anästheticum vorbereitet worden. Man hat den Kolben der Spritze entfernt, die Ausflußöffnung ist durch den Deckel *c* (Fig. 9) verschlossen worden. Man läßt eine trocken sterilisierte Tablette von oben in die Spritze fallen oder gießt die in etwas Wasser gelöste und durch Aufkochen sterilisierte Tablette in die Spritze. Sobald die Cerebrospinalflüssigkeit auszufließen beginnt, hält ein Assistent das mit dem Anästheticum beschickte Spritzenrohr unter. Man läßt 5 bis 10 ccm Liquor hineinlaufen, uud verschließt die Hohlnadel mit dem Stöpsel *e*. Nun steckt man den Kolben *a* (Fig. 9) in das Spritzenrohr *b*, wonach der Deckel *c* einen Augenblick gelüftet werden muß und schüttelt, bis die Tablette gelöst, oder die Lösung mit der Cerebrospinalflüssigkeit gemischt ist. Nunmehr wird der Spritzeninhalt unter Vermeidung von Luft durch die Hohlnadel, deren Stöpsel wieder entfernt worden ist, in den Spinalkanal gespritzt. Die Hohlnadel wird herausgezogen, die Einstichstelle mit einem Pflaster bedeckt, der Kranke auf den Rücken gelegt oder in die sonst für die Operation erforderliche Stellung gebracht. Die Vorbereitung des Operationsfeldes kann in der Regel, um nicht die Regeln der Asepsis zu verletzen, erst jetzt vorgenommen werden. Es vergeht also meist eine geraume Zeit, ehe die Operation begonnen werden kann. Man beobachtet während der Vorbereitung des Operationsfeldes die Ausbreitung der Anästhesie und stellt erst einige Minuten nach der Injektion leichte Beckenhochlagerung her, nachdem man sich überzeugt hat, daß die Anästhesie nicht schon ohnedies sehr hoch gestiegen ist. Nach Bedarf vermehrt man die Schräglage oder verringert sie. Wer sich nicht berufen fühlt, die Grenzen der Medullaranäthesie studieren zu wollen, der beschränke sich auf die Anästhesie bis ungefähr zur Nabelhöhe. Für die Operationen im Gebiet der Sakralnerven ist, falls im Sitzen injiziert wurde, meist keine, falls im Liegen injiziert wurde, nur ganz geringe Beckenhochlagerung erforderlich. Ich habe mehrmals beobachtet, daß die anfangs ausbleibende Anästhesie schnell noch eintrat, wenn der Kranke aus der bereits hergestellten Beckenhochlagerung noch einmal für einen Augenblick in Horizontallage gebracht wurde, um die Cerebrospinalflüssigkeit sozusagen durchzuschütteln

und das aus irgend einem Grunde in der Lumbalgegend liegen gebliebene Anästheticum nach oben zu verschieben.

Indikationen für die Anwendung der Medullaranästhesie lassen sich natürlich nur mit der Reserve aufstellen, daß es sich hier um ein noch völlig in der Entwicklung begriffenes Verfahren handelt, dessen Bedeutung mit zunehmender Erfahrung wesentlich gewinnen wird. Eine nicht allzu ferne Grenze ist allerdings vorauszusehen: es ist nicht anzunehmen, daß die Einspritzung fremdartiger Substanzen in den Spinalkanal jemals gänzlich ihrer Gefahren entkleidet werden kann. Vorläufig muß die Medullaranästhesie in der Hauptsache auf die klinischen Anstalten und Krankenhäuser beschränkt bleiben, später wird sie wahrscheinlich gerade mancher Praktiker schätzen. Beschränkt man die Medullaranästhesie auf Operationen bis in die Unterbauchgegend, so ist sie bereits heute relativ wenig gefährlich und mit so erheblichen Vorteilen verbunden, daß sie mit der Narkose konkurrieren kann. Kommen noch Momente hinzu, welche die Vermeidung der Narkose besonders wünschenswert machen, und ist Lokalanästhesie nicht anwendbar, so liegt für die Medullaranästhesie eine positive Indikation vor. Wertvoll ist die Medullaranästhesie bei allen Operationen im Gebiet der Sakralnerven und unteren Lumbalnerven, wo sie leicht zu erzielen ist und sehr lange andauert. Besonders in Betracht kommen die Urethrotomie, die Rektumexstirpation, Prostatektomie, Dammplastiken und vaginale Operationen. Ferner alle Operationen an den unteren Extremitäten, besonders bei Diabetikern, Potatoren, Arteriosklerotikern, alten elenden Kranken, sowie allen Kranken, welche nicht für die Narkose vorbereitet auf den Operationstisch kommen (Verletzungen). Hämorrhoidenoperationen, einfache Mastdarmfisteln, Hydrozelenoperationen und andere Operationen am Skrotum und seinem Inhalt sind der Lokalanästhesie so leicht zugänglich, daß für die Anwendung der Medullaranästhesie ebensowenig ein Anlaß vorliegt, wie für den Gebrauch der Narkose, und wenn in dem Bericht eines französischen Autors unter 64 Fällen die Medullaranästhesie 25 mal zur Zirkumzision gebraucht wurde, so ist das eine indikationslose Anwendung des Verfahrens.

Der Ausbruch eines Coma diabeticum wird bei Operationen an Diabetikern unter Medullaranästhesie nicht verhindert, wie ich in zwei Fällen beobachtet habe. Geeignet für die Medullaranästhesie sind ferner die Operationen an Leisten- und Schenkelbrüchen, sowie Perityphlitisoperationen und abdominellen Blasenoperationen. Viele Hernien lassen sich aber ebensogut in Lokalanästhesie operieren. Sehr

wertvoll ist die Medullaranästhesie für die Zystoskopie bei empfindlichen Menschen, namentlich Männern. Für die vaginale Hysterektomie ist hochgehende Anästhesie, also wenigstens geringe Beckenhochlagerung erforderlich. Einfache Ovariotomien und schnell auszuführende abdominelle Operationen am Uterus lassen sich sehr gut in Medullaranästhesie machen. Bei langwierigen Myomektomien und abdominellen Karzinomoperationen bin ich von der Medullaranästhesie nicht befriedigt gewesen. Die Anästhesie hält nicht immer lange genug an, man braucht sehr hoch steigende Anästhesie, bekommt dann oft Nebenwirkungen. Ferner ist die steile Beckenhochlage und die lange Dauer der Operationen für die Kranken sehr beängstigend. Krönig hat deshalb ganz richtig versucht, solche Kranke zu betäuben und hat die Medullaranästhesie mit der Skopolaminmorphiumnarkose kombiniert. Ich halte es aber nicht für richtig, zwei Methoden, die erst noch studiert werden müssen, miteinander zu kombinieren. Man möge jede für sich in geeigneten Fällen anwenden und sonst sich lieber der Narkose bedienen. Biers oft ausgesprochene Meinung, daß die Medullaranästhesie sich für Laparotomien nicht eignet, besteht noch zu Recht.

Für Kinder paßt die Medullaranästhesie im allgemeinen natürlich ebensowenig wie die Lokalanästhesie. Ich habe aber doch 11 Kinder im Alter von $5^1/_2$ bis 13 Jahren unter Medullaranästhesie operiert (meist Nekrotomien) und sie haben das vorzüglich ohne Nebenwirkungen und Nachwirkungen vertragen. Die Dosen waren natürlich entsprechend dem Alter geringer.

Ich bin dazu eigentlich ohne meine Absicht von den Insassen unserer Kinderstation gezwungen worden. Eines Tages sollte ein zehnjähriger Knabe wegen Osteomyelitis operiert werden. Er hatte schon viele Operationen hinter sich und hatte, wie so viele Kinder, die größte Furcht vor der Narkose. Er machte diesmal derartigen Spektakel, daß ich ihm eine Einspritzung vorschlug. Das gelang vorzüglich, der Kleine war strahlend vergnügt während der Operation. Seitdem erklärt fast jedes ältere Kind, welches mir in den Operationssaal gebracht wird: „ich will hinten eingespritzt werden". Dem Drängen der Kinder habe ich in einigen Fällen nachgegeben.

In der Geburtshilfe eignet sich die Medullaranästhesie nach Stolz, Martin und Baisch für operative Eingriffe in pathologischen Fällen. Für Spontangeburten ist sie nach Baisch nicht geeignet, wegen der Ausschaltung der Bauchpresse. Es liegt in der Geburtshilfe wohl im allgemeinen auch wenig Bedürfnis nach einem Ersatz der Narkose vor. Jedenfalls müßten die Gefahren der Medullaranästhesie dann erst noch wesentlich verringert werden.

Dagegen möchte ich mit Kozlowski glauben, daß die Medullaranästhesie eine nicht geringe Bedeutung für die Kriegschirurgie besitzt. Denn das Anästheticum ist in Tablettenform sehr kompendiös, unveränderlich, kann leicht in steriler Beschaffenheit verpackt werden, das Instrumentarium ist sehr einfach, Anästhesierung und Operation ist ohne sachverständige Hilfe auszuführen. Jedenfalls ist die Medullaranästhesie eine wesentliche Bereicherung der chirurgischen Technik.

Mit der von Cathelin empfohlenen Injektion von Kokain in den von der unteren Öffnung des Sakralkanals zugänglichen epiduralen Raum habe ich niemals Anästhesie erzielen können. Die in diesem Raume gelegenen Nervenstämme sind bis zu ihrem Austritt aus dem Knochen mit einer festen Durascheide umhüllt, so daß eine Einwirkung von Medikamenten auf die Nervensubstanz an dieser Stelle nur schwer verständlich ist.

---

10. Kapitel.

Indikationen, Kontraindikationen und allgemeine Technik der Lokalanästhesie (mit Ausschluß der Medullaranästhesie).

Indikationen und Kontraindikationen. Die Lokalanästhesie besitzt vor der Narkose gewisse Vorteile. Ihre Anwendung ist mit keiner oder doch einer äußerst geringen Lebensgefahr verbunden, das Allgemeinbefinden der Kranken wird nicht gestört, die der Narkose folgenden, für den Krankheitsverlauf nicht selten ungünstigen Nachwehen bleiben aus, die in Ambulanz behandelten Kranken bedürfen keiner weiteren Beobachtung, sondern können bald nach Ausführung einer Operation entlassen werden. Endlich wird der narkotisierende Assistent entbehrlich. Es ist allerdings wünschenswert, daß während einer länger dauernden Operation unter Lokalanästhesie sich jemand mit dem Kranken beschäftigt („moral anästhesist" der Amerikaner). Die Lokalanästhesie bildet daher dann einen zweckmäßigen Ersatz für die Narkose, wenn mit Sicherheit, ohne Anwendung zu großer Dosen eines Anästheticums, ohne allzu große Umständlichkeit und Künsteleien das Operationsfeld wirklich

in ganzer Ausdehnung, nicht bloß teilweise, unempfindlich gemacht werden kann.

Nur in einer beschränkten Anzahl von operativen Eingriffen kann dieser, was die Aufhebung der Sensibilität anbetrifft, der Narkose ähnliche Zustand erreicht werden. Hier ist das eigentliche Feld der Lokalanästhesie, größer als nötig, um ihr eine eminente praktische Bedeutung zu verleihen. Fast die gesamte sogenannte kleine Chirurgie, besonders die, wenn ich mich so ausdrücken darf, poliklinische Chirurgie, ferner der größte Teil der spezialistischen Operationen der Augen-, Ohren-, Nasen-, Kehlkopf-, Zahnheilkunde und der Urologie gehört in ihr Bereich. Hier kommt sie meistens als einzig indiziertes Anästhesierungsverfahren in Betracht. In der kleinen Chirurgie ist sie von Bedeutung nicht bloß als Ersatz für die Narkose, sondern als Anästhesierungsmittel für die unzähligen kleinen Operationen, welche sonst ohne Anästheticum gemacht wurden, sich aber im unempfindlichen Operationsfeld weit besser, sachgemäßer und sorgfältiger ausführen lassen. Beschränkt ist sie auf dem Gebiete der sogenannten großen Chirurgie. Einzelne Gruppen der zu ihr gehörigen Operationen wird der Arzt, der ihre Technik und Grenzen kennt, mit Erfolg und Vorteil unter Lokalanästhesie ausführen können, vorausgesetzt, daß die psychische Beschaffenheit des Kranken ein Operieren bei erhaltenem Bewußtsein zuläßt. So wenig dieser letztere Gesichtspunkt bei den meisten oberflächlichen Operationen in Betracht kommt, so sehr ist er bei eingreifenden, besonders verstümmelnden Operationen zu beachten. Kinder und solche Erwachsene, welche einem vernünftigen Zureden unzugänglich sind und sich, kurz gesagt, wie Kinder benehmen, wenn sie sich einer Operation unterziehen müssen, passen nicht für die Lokalanästhesie. Für sie ist der narkotische Schlaf nicht zu entbehren. Aber auch anderen Menschen darf man in dieser Hinsicht nicht zu viel zumuten. Wir Ärzte vergessen leicht, welch schreckhafte Vorstellungen der Laie nun einmal mit dem Bilde eines Operationssaales verbindet. Mögen sie auch übertrieben und unzutreffend sein, wir können sie nicht ignorieren, wenn nicht strikte Kontraindikationen die Narkotisierung verbieten. Oft müssen wir Kranke narkotisieren, ehe wir sie in den Operationssaal bringen, um ihnen schädliche Aufregung zu ersparen. Andere Kranke verlangen von uns die Vermeidung der Narkose. Wir folgen ihrem Wunsche nur dann, wenn wir wissen, daß die in Frage kommende Operation sich unter Lokalanästhesie ebensogut und ungehindert ausführen läßt, wie in Narkose. Denn nicht der Wunsch des Kranken, sondern allein das, was der Arzt für richtig hält, ist

maßgebend. Ein in der Technik der Lokalanästhesie bewanderter Arzt wird natürlich derartigen Wünschen mehr Rechnung tragen dürfen, als ein anderer. Allgemein gültige Vorschriften lassen sich hier nicht geben, es ist von Fall zu Fall zu entscheiden, was für den Kranken das beste ist.

Diese Beschränkung der Lokalanästhesie gilt, wohlverstanden, für Fälle, wo durch sie das Operationsfeld mit Sicherheit unempfindlich gemacht werden kann. Welche Operationen in dieser Hinsicht als Objekte für die Lokalanästhesie in Frage kommen, ist in den folgenden Kapiteln dargestellt.

Auf einem ganz anderen Blatte steht die Frage, inwieweit wir berechtigt sind, bei gewissen Operationen mit einer relativen, teilweisen, unsicheren örtlichen Anästhesierung uns zu begnügen, und entweder die Kranken einige Schmerzen aushalten zu lassen, oder die Lokalanästhesie durch zeitweilige Narkotisierung des Kranken zu unterstützen. Hier wird auf das psychische Verhalten der Kranken und ihre Empfindlichkeit noch weit mehr Rücksicht zu nehmen sein. Eine unvollständige Anästhesierung des Operationsfeldes ist manchmal besser wie gar keine. Sie kann in einem Falle, wo die Narkose vermieden werden muß, der Kranke wenig empfindlich und der schmerzhafte Teil der Operation von kurzer Dauer ist, nicht bloß von Nutzen sein, sondern auch das Leben des Kranken erhalten. Im allgemeinen ist sie vom Übel. Als Regel gelte, die Lokalanästhesie zu meiden, wenn man ihrer nicht sicher ist, sei es, weil das Operationsfeld eine vollständige Anästhesierung nicht zuläßt, sei es, weil der Operateur die Technik der Lokalanästhesie nicht kennt. Unvollständige örtliche Anästhesierung des Operationsfeldes verleitet einen technisch nicht völlig durchgebildeten, weniger erfahrenen Arzt allzu leicht zu unvollständigen Operationen und schafft ihm Schwierigkeiten, die in gar keinem Verhältnis zum Nutzen der Lokalanästhesie stehen. Eine Ausdehnung der Lokalanästhesie über die ihr naturgemäß gesteckten Grenzen, die Anwendung ungenügender Anästhesierungsmethoden kann nicht nur dem einzelnen Kranken schaden, der infolge der Aufregung und des Schmerzes kollabiert, sondern mit der Zeit auch dem Ansehen der ganzen Chirurgie und dem Vertrauen der Kranken zu ihr. Eine Kombination von Lokalanästhesie mit einer ganz oberflächlichen Narkose kann in einzelnen Fällen von Nutzen sein, sowohl bei vollständiger örtlicher Anästhesierung des Operationsfeldes, als auch, wenn eine solche nicht möglich war. Im ersteren Falle dient die Narkose zur Ausschaltung des psychischen Moments und ist in der Regel nur

zu Beginn der Operation, gewissermaßen zur Desorientierung des Kranken, nötig, im zweiten Falle können einzelne schmerzhafte Phasen der Operation, z. B. das Vorziehen von Magen und Darmteilen bei Bauchoperationen, die Luxation des Kropfes bei der Strumektomie, dem Kranken erträglich gemacht werden. Wenn es gelingt, hierbei sich der „primären Inhalationsanalgesie“, des Stadium analgeticum der Narkose, das längst bekannt, jetzt als Ätherrausch neu entdeckt wurde, zu bedienen, so kann mittels sehr kleiner Mengen des Narkoticums ein ungestörter Fortgang der Operation ermöglicht werden. Die Einleitung und Unterbrechung einer tieferen, d. h. jenseits von Exzitation und Bewußtseinsverlust liegenden Narkose während einer mit Lokalanästhesie begonnenen Operation vollzieht sich dagegen keineswegs immer ohne Störung, und des öfteren ist die Situation, ehe man sich zur Einleitung der Narkose entschließt, weder für den Kranken, noch für den Arzt sehr erfreulich. Für eine besonders ideale Form der Anästhesierung kann ich daher diese Kombination nicht halten. Sie ist ursprünglich lediglich ein Notbehelf gewesen, den eine ungenügende örtliche Anästhesierung gezeitigt hat. Das wird sie in der Hauptsache wohl auch bleiben müssen.

Vorbereitung der Kranken. Kranke, welche unter Lokalanästhesie operiert werden sollen, bedürfen im allgemeinen keiner besonderen Vorbereitung, es sei denn, daß der operative Eingriff an sich eine solche erfordert. Ist man nicht sicher, daß man mit Lokalanästhesie zum Ziel kommt, so müssen die Kranken natürlich auch für die Narkose vorbereitet werden. Indessen ist es dann gewöhnlich besser, auf die Lokalanästhesie überhaupt zu verzichten. Morphium vor der Operation zu geben, ist bei ernsteren Eingriffen nützlich, um die Kranken zu beruhigen und die Sensibilität herabzusetzen. In den Polikliniken und Ambulanzen würde man die Lokalanästhesie durch Morphiumdarreichung ihres größten und dort auch wirklich angebrachten Vorteils, das Allgemeinbefinden der Kranken intakt zu lassen, berauben. Reclus legt großes Gewicht darauf, Kranke nur in Horizontallage unter Kokainanästhesie zu operieren und sie auch nach der Operation noch eine Zeitlang liegen zu lassen. Es ist gewiß gut, seinen Rat, soweit es angängig ist, zu befolgen, um Ohnmachten zu vermeiden, auch wenn andere Mittel, wie Kokain, zur Verwendung kommen.

Eine Vorbedingung für die erfolgreiche Ausübung der Lokalanästhesie ist die genaue Kenntnis der Technik ihrer Anwendung. Alle hierzu nötigen Apparate und Mittel müssen sich in stets gebrauchs-

fertigem Zustande befinden und so zusammengestellt sein, daß man sie nicht erst zu suchen braucht. Besondere Aufmerksamkeit erfordern die Spritzen, Spritzapparate und Hohlnadeln, die zur Injektion anästhesierender Lösungen in die Gewebe bestimmt sind.

Spritzen, Spritzapparate und Hohlnadeln. Die außerordentlich große, sich alljährlich vermehrende Zahl verschieden konstruierter Spritzen beweist schon, daß das Ideal eines Injektionsapparates noch keineswegs gefunden worden ist. Jede Spritze hat ihre Mucken, und wer die Mucken einer von ihnen kennen und vermeiden gelernt hat, der wird sich nicht so leicht entschließen, eine andere als die ihm gewohnte Form anzuwenden. Für die Auswahl einer für unsere Zwecke geeigneten Spritze kommen etwa folgende Gesichtspunkte in Betracht. Im allgemeinen muß gefordert werden, daß die Spritze durch Auskochen sterilisiert werden kann. Eine Spritze zwar, welche dauernd in 3% Karbollösung oder einem anderen Antisepticum liegt, darf als steril angesehen werden und erfordert, wenn sie unmittelbar vor dem Gebrauch aus der Lösung herausgenommen wird, nicht noch eine besondere Sterilisation. War sie jedoch bei infektiösen Prozessen zur Verwendung gekommen, so muß sie sich auskochen lassen. Wir brauchen Spritzen mit 1, 2, 5 und 10 ccm Inhalt, mit einer Spritze von 1 ccm und einer solchen mit 5 ccm kommt man auch allein aus. Die Hülse der Spritze sei aus Glas. Metallspritzen sind sehr unbequem, da man über die Menge und Beschaffenheit ihres Inhalts kein Urteil hat. Der Kolben der Spritze ist teils in die Glashülse eingeschliffen, teils mit einem Dichtungsmaterial versehen. Im ersten Falle besteht der Kolben aus Glas (Luersche Spritze) oder aus Metall. Die Luersche Spritze ist sehr zerbrechlich und für die Praxis im allgemeinen zu teuer. Vorzüglich sind die „Rekordspritzen“ mit Glashülse und eingeschliffenem Metallkolben (s. Fig. 9, S. 203). Allerdings muß der Metallkolben nach dem Gebrauch sorgfältig abgetrocknet werden, um ein Oxydieren zu verhüten. An den leichten Gang dieser eingeschliffenen Spritzenkolben muß man sich erst gewöhnen. Als Dichtungsmaterial für Spritzenkolben wird Fiber und Asbest, Durit und Gummi verwendet. Die beiden zuletzt genannten Materialien sind weniger empfehlenswert, weil sie leicht am Glase haften und die Führung der Kolbenstange erschweren. Fiber ist ein dem Linoleum ähnlicher, sonst zur Isolierung elektrischer Leitungen und zur Herstellung orthopädischer Hülsenapparate benutzter Stoff, der im trockenen Zustande sehr hart ist, in kaltem Wasser langsam, in kochendem schnell aufquillt und weich wird. Er ist infolge seiner beinahe unbegrenzten Haltbarkeit ein vor-

zügliches Dichtungsmittel für die Kolben kleiner Spritzen bis zu 5 ccm Inhalt, vorausgesetzt, daß man die Austrocknung verhindert und die Spritzen dauernd in Karbollösung aufhebt. Ein dünnes Fiberplättchen, zwischen zwei Metallscheiben festgeschraubt und schirmartig gestaltet, bildet die Dichtung des Kolbens. Für größere Spritzen ist das Material weniger geeignet.

Als Spritze mit 1 ccm Inhalt hat sich mir seit langen Jahren im Großbetrieb, im Krankenhaus, wie in der Privatpraxis, die durch ihre Einfachheit und Billigkeit ausgezeichnete, im Handel sogenannte „Simplexspritze“ bewährt (Fig. 14). Ihr Kolben besteht aus einem dicken, ver-

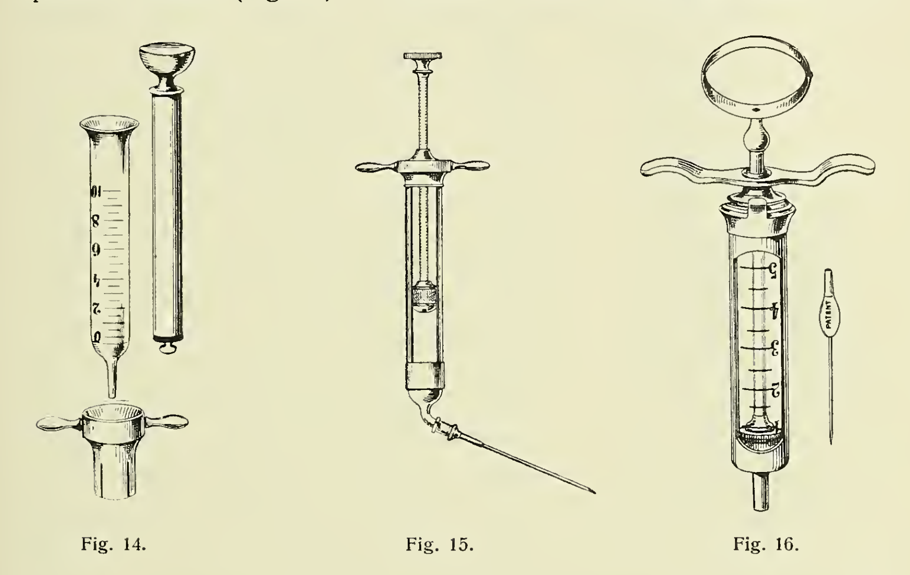


Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16.

nickelten Metallstab, der durch ein Fiberplättchen abgedichtet ist. Wem Spritzen mit Querbalken zum Festhalten bequemer sind, der lasse sich die beigezeichnete, auf das Glasrohr der Spritze passende Metallhülse mit Griffen machen. Man läßt diese Spritzen dauernd in einem Gefäß mit Karbollösung liegen und kocht sie nur aus, wenn sie bei septischen Operationen verwendet worden waren. Die gläsernen Hülsen sind einzeln käuflich, der Kolben ist nahezu unverwüstlich. Bei der Neuanschaffung von Glashülsen ist darauf zu achten, daß der alte Kolben und die vorhandenen Hohlnadeln auf die neue Hülse passen. Eine zweckmäßige 2-Grammspritze mit Asbestkolben hat Hackenbruch konstruiert (Fig. 15). Ihr Ausflußzapfen ist winklig abgeknickt, was für manche, aber nicht alle Fälle nützlich ist. Die Hohlnadeln sind durch einen Bajonettverschluß fixiert, so daß sie nicht abspringen können.

Eine sehr gute 5-Grammspritze ist die Schleichsche Spritze (Fig. 16). Sie besteht aus Glas und Metall, die Kolbendichtung wird wie bei der Simplexspritze durch ein Fiberplättchen bewirkt. Sie soll ebenfalls dauernd in Karbollösung aufbewahrt werden und ist alsdann stets gebrauchsfertig. Die Hohlnadeln besitzen ein Ansatzstück aus weichem Metall, welches in die Ausflußöffnung der Spritze hineingesteckt wird, wodurch ein sehr fester und sicherer Abschluß ermöglicht wird. Ich ließ im Jahre 1897 eine 10 ccm fassende Spritze mit Asbestkolben konstruieren, an der diejenige Vorrichtung angebracht war, welche schon die allerersten Modelle der von Pravaz (1853) eingeführten Subkutanspritzen zeigten, nämlich eine Schraubenmutter zur Vorwärtsbewegung des Kolbens*). Neu und praktisch war an dieser festen und handlichen Spritze nur, daß die Schraubenvorrichtung sich durch einen Griff ausschalten, und nun die Spritze sich auch wie jede andere gebrauchen ließ. Der Zweck dieser und einer ähnlichen, von Wullenweber angegebenen, Schraubenspritze war der, daß sich mit ihrer Hilfe auch harte und straffe, narbige Gewebe spielend mit einer anästhesierenden Lösung durchtränken ließen. Da nun aber bei der neueren Injektionstechnik die Infiltration derartiger, einer Injektion Schwierigkeiten in den Weg legender Gewebe, die auch ohne Zweifel mit einer Gewebsschädigung verbunden ist, niemals in Frage kommt, so sind die Schraubenspritzen überflüssig geworden. Braucht man wirklich einmal, z. B. an einzelnen Stellen des harten Gaumens, größeren Druck zur Injektion, so kann man sich dadurch helfen, daß man mit kleiner Spritze injiziert. Denn nach den Gesetzen des hydraulischen Drucks bewirkt der auf der Kolbenstange lastende Fingerdruck einen um so größeren Druck in der aus der Hohlnadel ausströmenden Flüssig-

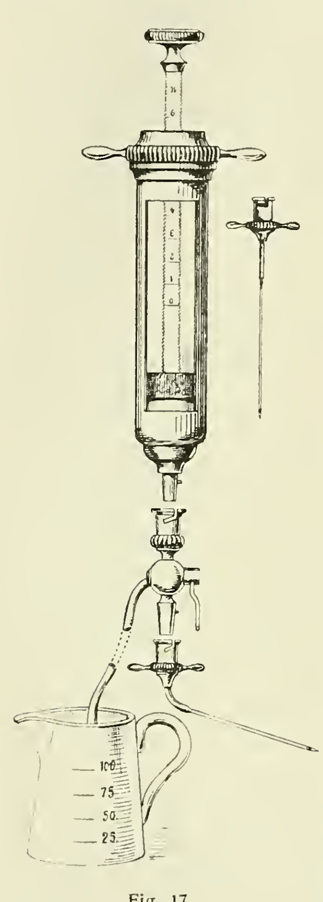


Fig. 17.

*) Zentralbl. f. Chirurgie. 1897. Nr. 17.

keit, je kleiner der Durchmesser des Kolbens ist. Ich benutze jetzt als 10-Grammspritze eine in ihrer Form meiner alten Schraubenspritze ähnliche Spritze aus Metall und Glas (Fig. 17). Ihr Stempel ist mit Asbest gedichtet. Die Hohlnadeln haben teils gerade Form, teils sind sie winklig abgeknickt. Sie werden an der Spritze durch Bajonettverschluß fixiert oder angeschraubt. Will man größere Flüssigkeitsmengen injizieren, so schaltet man zwischen Spritze und Hohlnadel einen kleinen Apparat ein, der für Infusionszwecke seit langem im Gebrauch ist. Er enthält einen doppelt durchbohrten Hahn, der bei einer Stellung ein mit einem Gummischlauch zu armierendes Seitenrohr öffnet und gleichzeitig den für die Hohlnadel bestimmten Ansatz schließt, bei einer zweiten Stellung umgekehrt diesen öffnet und jenen schließt. Der Gummischlauch taucht in ein die zu injizierende Lösung enthaltendes Gefäß. Beim Zurückziehen des Stempels wird der Hahn so gestellt, daß die Flüssigkeit in die Spritze einfließt, dann wird er umgestellt und die Lösung injiziert. Zur Neufüllung der Spritze ist nur Umstellen des Hahnes nötig. Zawadski und Strauß haben Spritzen empfohlen, bei denen der doppelt durchbohrte Hahn durch zwei Ventile ersetzt ist. Eine derartige Spritze mit Ventilen habe ich bereits im Jahre 1898 machen lassen. Ich brauche sie indessen nicht, weil die Ventile leicht versagen und undicht werden. Ein Hahn mit doppelter Durchbohrung funktioniert viel sicherer.

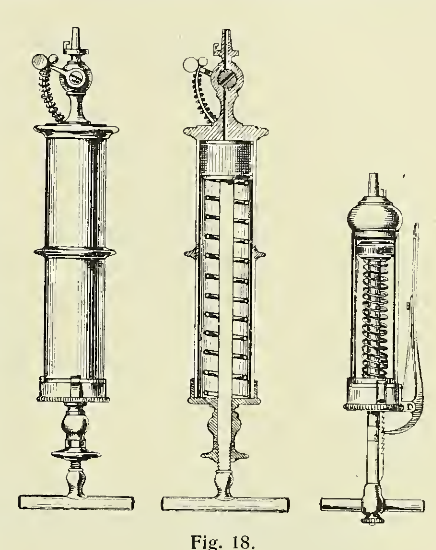


Fig. 18.

Eine selbstwirkende Injektionsspritze hat Spiegel konstruiert. Ihr Prinzip beruht darauf, daß der Kolben nicht durch die Hand, sondern durch eine kräftig wirkende Spiralfeder gegen die Ausflußöffnung gedrückt wird. Sie wird in einer größeren, 25 ccm fassenden und einer kleineren, etwa 7 ccm fassenden Form hergestellt, deren Konstruktion sich wohl auch ohne Beschreibung aus der obenstehenden Abbildung (Fig. 18) ergibt*). Nach Füllung der Spritze braucht man nur den Ver-

*) Bezugsquelle: H. Reiner, Wien, von Swietengasse 10.

schlußhahn der größeren Form oder den in die Zähne der Führungsstange eingreifenden Hebel bei der kleineren Form zu öffnen, damit der Inhalt in kräftigem Strahl herausspritzt. Die Spritze ist gut konstruiert und praktisch. Für eine besondere technische Verbesserung kann ich sie aber nicht halten. Jedenfalls muß man sich an ihren Gebrauch auch erst gewöhnen.

Zur Erleichterung der Einspritzung größerer Flüssigkeitsmengen hat man ferner besondere Spritzapparate hergestellt. Die Flüssigkeit befindet sich in einer Flasche, kann durch Einpumpen von Luft unter

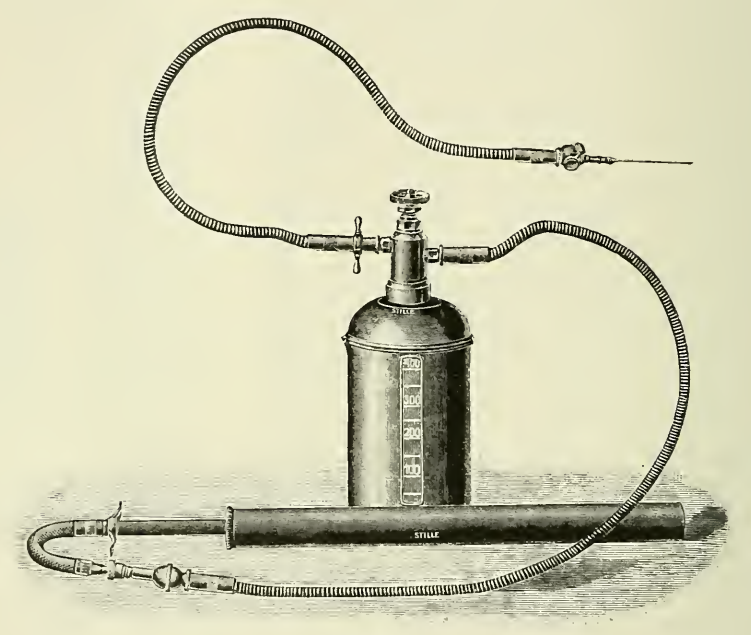


Fig. 19.

hohen Druck gesetzt und dem mit einer Verschlußvorrichtung versehenen Ansatzstück für die Hohlnadel vermittels eines starkwandigen Gummischlauches zugeführt werden. Das vollkommenste derartige Instrument liefert der bekannte Instrumentenmacher Stille in Stockholm, der es, ich glaube auf Veranlassung Lennanders, konstruiert hat (Fig. 19)*). Der Inhalt der in einer Metallhülse stehenden Flasche wird mit Hilfe einer Fahrradluftpumpe und eines eingeschalteten Fahrradventils unter starken Druck gesetzt. Eine einfachere derartige Spritzflasche, wie ich sie mir in ganz ähnlicher Form auch schon im Jahre

*) Preis 60 Mk.

1897 habe machen lassen, wurde später von Moskowicz empfohlen (Fig. 20). Matas verwendet ebenfalls einen ähnlichen Apparat. Denjenigen von Stille habe ich in den Jahren 1899 und 1900 eine Zeitlang in Gebrauch gehabt. Jetzt ziert er meinen Instrumentenschrank. Denn eine Masseninfiltration mit einer einzigen anästhesierenden Lösung führe ich nur höchst selten aus, und in diesem Falle bediene ich mich dann der weit handlicheren 10-Grammspritze mit Doppelhahn.

Nun einige Worte über die Hohlnadeln. Sie können aus Stahl oder Platiniridium bestehen. Für die 1-Grammspritze empfehle ich den Gebrauch von Platiniridiumnadeln, die sich durch Ausglühen in der offenen Flamme sterilisieren lassen und dem Rost nicht ausgesetzt sind. Ihre Anschaffung ist etwas kostspieliger als die von Stahlnadeln, dafür sind sie aber so haltbar, daß die Mehrausgabe bald wieder eingebracht ist. Stählerne Nadeln von der wünschenswerten großen Feinheit sind außerordentlich schwer durchgängig zu erhalten. Die Platiniridiumnadeln werden in sehr verschiedener Güte hergestellt. Beim Einkauf ist darauf zu achten, daß das Metall nicht zu biegsam und weich ist. Oft werden in dieser Hinsicht ganz unbrauchbare Nadeln geliefert. Ich brauche zwei Sorten von Platiniridiumnadeln. Die eine ist 2—2 $^1/_2$ cm lang und so fein, als man sie erhalten kann (Nr. 20, sogenannte Augennadeln), die andere etwas stärker und ein wenig länger. Für Injektionen am Alveolarfortsatz sind auch für die kleinen Spritzen zum Teil Stahlnadeln erforderlich. Die Hohlnadeln müssen auf das genaueste auf die Spritze passen. Man prüft dies, indem man die mit der Hohlnadel armierte Spritze mit Flüssigkeit füllt, die Hohlnadel in Kork sticht und zu injizieren versucht. Es darf dann zwischen

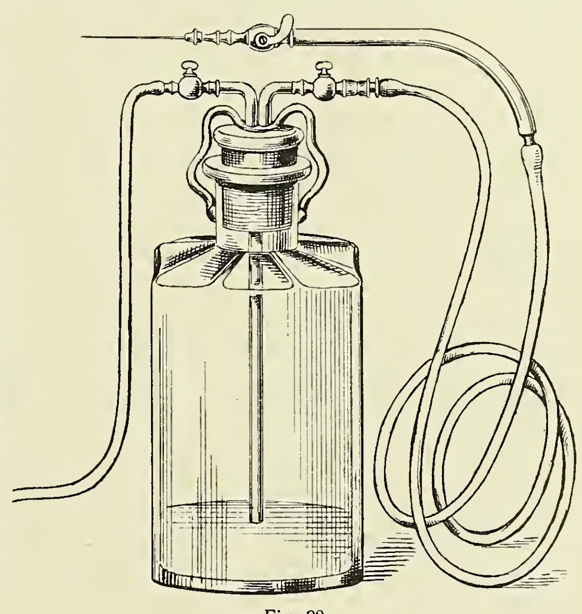


Fig. 20.

Hohlnadel und Spritze kein Tropfen Flüssigkeit auslaufen. Für die 5- und 10-Grammspritze verwende ich vier Sorten von Stahlnadeln. Sie sind der Haltbarkeit wegen dicker als die Platiniridiumnadeln (0,85 mm). Eine Sorte ist 3—4 cm lang, die andere 5—6 cm. Platiniridiumnadeln von dieser Dimension sind sehr teuer, und dicke Stahlnadeln lassen sich auch leicht konservieren. Sämtliche Nadeln dürfen keine lang ausgezogene Spitze haben, sondern dieselbe muß kurz abgeschliffen sein. Die im Gebrauch befindlichen stählernen Hohlnadeln müssen offen an der Luft, nicht in einem geschlossenen Gefäß aufbewahrt werden, da sie sonst rosten. Platin- und Stahlnadeln müssen möglichst bald nach dem Gebrauch mit absolutem Alkohol durchspritzt werden, den man dann mittels Durchtreiben von Luft zur Verdunstung bringt. Durch die Stahlnadeln muß nach dem Austrocknen in der bekannten Weise ein Draht durchzogen werden, Platiniridiumnadeln erfordern diese Vorsichtsmaßregel nicht. Sind sie einmal verstopft, so braucht man sie nur in die Flamme zu halten, und während sie glühen, Luft durchzublasen. Halbkreisförmig gekrümmte Hohlnadeln sind für manche Zwecke bequem, aber nicht unentbehrlich. Sie sind schwer zu konservieren. Manchmal kann man sich helfen, indem man eine Platiniridiumnadel in der gewünschten Weise zurechtbiegt. Spritzen und Hohlnadeln müssen, wenn sie in Sodalösung ausgekocht wurden, durch Ausspritzen mit Wasser oder Kochsalzlösung sorgfältig von der ihnen anhaftenden Sodalösung befreit werden. Denn weder die anästhesierenden Mittel noch das Suprarenin vertragen auch nur Spuren von Alkalien ohne Beeinträchtigung ihrer Wirkung. Ferner ist Soda eine Substanz, welche die Gewebe, in die sie hineingespritzt wird, schädigen kann.

Die anästhesierenden Lösungen. Vorausgeschickt werden muß, daß es sich unter allen und jeden Verhältnissen empfiehlt, die Lösung stets in der Menge, wie sie gebraucht wird, unmittelbar vor der Verwendung herzustellen. Denn Alkaloidlösungen verändern sich und werden, mehr oder weniger schnell, weniger wirksam oder unwirksam. Nachdem von den chemischen Fabriken die anästhesierenden Mittel in Verbindung mit wasserlöslichem Suprarenin oder Homorenon in Form von sterilisierten Tabletten in den Handel gebracht sind, gibt es nichts Besseres und Bequemeres, als die Verwendung solcher Tabletten. Als Lösungsmittel dient physiologische Kochsalzlösung. Ich empfehle die Anwendung folgender Lösungen zu Injektionszwecken.

Lösung I.

Kokainchlorhydrat 0,1 oder Novokain 0,25
Physiologische Kochsalzlösung 100,0
Suprareninlösung (1:1000) oder Homorenonlösung (4%) 5 Tropfen.

Lösung II.

Kokainchlorhydrat 0,1 oder Novokain 0,25
Physiologische Kochsalzlösung 50,0
Suprareninlösung (1:1000) oder Homorenonlösung (4%) 5 Tropfen.

Lösung II, zur Hälfte mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt, gibt Lösung I.

Lösung III.

Kokainchlorhydrat 0,05 oder Novokain 0,1
Physiologische Kochsalzlösung 10,0
Suprareninlösung (1:1000) oder Homorenonlösung (4%) 5 Tropfen.

Lösung IV.

Kokainchlorhydrat 0,05 oder Novokain 0,1
Physiologische Kochsalzlösung 5,0
Suprareninlösung (1:1000) oder Homorenonlösung (4%) 5 Tropfen.

Lösung IV, zur Hälfte verdünnt, gibt Lösung III.

Die angegebenen Mengen stellen für Kokain zugleich die Maximaldosis vor, welche nicht überschritten zu werden braucht. Beim Novokain, welches ich zurzeit allein zu Gewebsinjektionen verwende, kann viel mehr verbraucht werden. Die örtliche Wirkung der Lösungen ist durchaus die gleiche, ob man Kokain oder Novokain verwendet. Von Novokain habe ich 0,5 (100 ccm Lösung II) oft überschritten, ohne üble Wirkung, und gebrauche deshalb, da man in der Dosierung des Novokains so wenig beschränkt ist, in der Regel nur noch Lösung II und IV. Lösung I und II soll mit 5—10-Grammspritze so reichlich injiziert werden, daß ein leichtes Gewebsödem entsteht. Die Suprarenindosis ist so bemessen, daß auch dann keine völlige Unterbrechung der Zirkulation entsteht. Lösung III und IV ist mit kleiner 1-Grammspritze langsam und vorsichtig im Gewebe zu verteilen.

Tabletten zur Herstellung der Lösungen, deren ich mich ausnahmslos bediene, sind in folgenden Formen im Handel zu haben. Die Firma G. Pohl in Schönbaum bei Danzig stellt Tabletten her, welche enthalten:

1. Kokain 0,05 und Suprarenin. boric. 0,00016. Eine Tablette, gelöst in 25 ccm physiologischer Kochsalzlösung, gibt Lösung II, in 50 ccm physiologischer Kochsalzlösung gibt Lösung I.

2. Kokain 0,05 und Suprarenin. boric. 0,00065. Eine Tablette, gelöst in 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung, gibt Lösung IV, in 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung gibt Lösung III.

Ferner fabrizieren die Höchster Farbwerke die von mir jetzt statt des Kokains ausschließlich gebrauchten Novokaintabletten, welche enthalten:

Form A: Novokain 0,125, Homorenon 0,008. Eine dieser Tabletten, gelöst in 25 ccm physiologischer Kochsalzlösung, gibt Lösung II, in 50 ccm physiologischer Kochsalzlösung gibt Lösung I. Maximaldosis 4 bis 5 Tabletten.

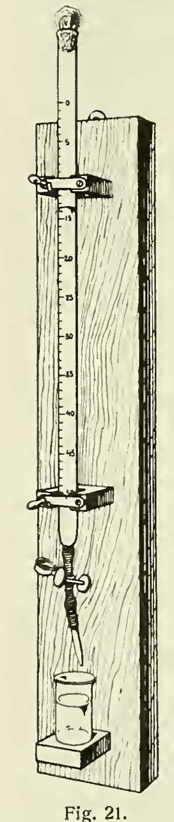


Fig. 21.

Form B: Novokain 0,1, Homorenon 0,0225. Eine dieser Tabletten, gelöst in 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung, gibt Lösung IV, in 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung gibt Lösung III. Maximaldosis 2 Tabletten.

Beim Kokain geblieben bin ich nur zum Zweck der Oberflächenanästhesierung von Schleimhäuten. Hier sind die Lösungen, deren man bedarf, und die ja meist konzentrierter sein müssen wie die oben angegebenen, aus Kokaintabletten oder abgeteilten Kokainpulvern ebenfalls kurz vor dem Gebrauch zu bereiten und tropfenweise mit einem Zusatz von 0,1 % Suprareninlösung oder 4 bis 5 % Homorenonlösung zu versehen. Zur Ausführung von Operationen unter Lokalanästhesie sind also außer den Spritzen und Hohlnadeln noch folgende Vorrichtungen und Mittel notwendig:

1. Kokainpulver zu 0,05 und 0,1, Kokaintabletten zu 0,01 bis 0,03. Letztere werden in Deutschland ebensogut gemacht wie in England, wir brauchen unser Geld nicht ins Ausland zu schicken.

2. Suprareninlösung 1:1000 oder die Homorenonlösung der Höchster Farbwerke (s. S. 159). Die Lösung wird in einem 5—10 ccm fassenden Tropfglas aufbewahrt und tropfenweise den anästhesierenden Lösungen kurz vor dem Gebrauch zugesetzt.

3. Die oben erwähnten Novokain-Homorenon-Tabletten.

4. Sterile Gefäße, in denen die anästhesierenden Lösungen hergestellt und verwendet werden können. Für kleine Mengen der Lösung III und IV bedient man sich eines Uhrschälchens oder besser der beim Mikroskopieren üblichen ausgehöhlten Glasklötze. Für

größere Mengen der Lösung I und II braucht man eine 100 ccm fassende Porzellanmensur.

5. Ein kleiner gläserner Maßzylinder mit 5 ccm Inhalt dient zum Abmessen kleiner Mengen Kochsalzlösung. Er, sowie die unter 4. genannten Gefäße, können steril und gebrauchsfertig zusammen mit den Spritzen in einem größeren 3% Karbollösung enthaltenden Glasgefäß aufbewahrt werden. Sehr bequem zum Abmessen einzelner Kubikzentimeter des Lösungsmittel ist die in Fig. 21 abgebildete Vorrichtung. Sie besteht aus einer 50 ccm fassenden, nur in ganze Zentimeter geteilten Bürette, die an die Wand gehängt oder auf den Tisch gestellt werden kann. Sie ist zu sterilisieren, mit sterilisierter physiologischer

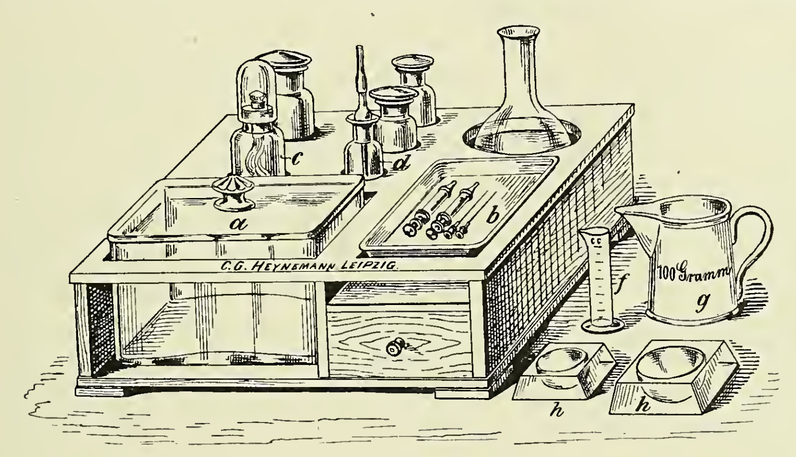


Fig. 22.

Kochsalzlösung zu füllen und mit Watteverschluß zu versehen. Ihr durch Quetschhahn verschlossenes Ausflußrohr taucht in ein Gefäß mit Karbollösung. Zum Abmessen größerer Mengen Kochsalzlösung dient die unter 4 genannte Porzellanmensur, in welcher die fertige Lösung nachher auch gebraucht werden soll.

6. Eine weithalsige Flasche, absoluten Alkohol zum Durchspritzen der Hohlnadeln enthaltend. Ein geradezu unentbehrliches Utensilium.

7. Ätherspray und Chloräthyltuben.

8. Eine weithalsige 50—100 ccm fassende Flasche mit Gummipfropfen, um anästhesierende Lösungen nach auswärts transportieren zu können.

Hat man alle diese Dinge in mehr oder weniger großer Vollständigkeit gebrauchsfertig beisammen, so ist die Anwendung der

Lokalanästhesie mit keinen Schwierigkeiten verbunden. Hat man das nicht, so wird man ihre Vorteile kaum würdigen können.

Fig. 22 zeigt eine Zusammenstellung der für die Anwendung der Lokalanästhesie nötigen Gegenstände*). a ist ein großer Glaskasten, der mit 3% Karbollösung gefüllt zur sterilen Aufbewahrung des kleinen Maßzylinders f, der Porzellanmensur g, der Glasklötze h und der Spritzen dient. b ist eine offene Schale für die Hohlnadeln, c eine Spirituslampe, d ein Tropfglas für die Suprareninlösung, welches jetzt noch mit einem besonderen Übergreifdeckel versehen wird, e ein Glaskolben für physiologische Kochsalzlösung. Hinten stehen noch eine Flasche für absoluten Alkohol und zwei Flaschen für sonstige Lösungen, die man etwa anwenden will.

Anwendung der anästhesierenden Lösungen. Die Injektionstechnik geht zum Teil darauf aus, die zu durchtrennenden Gewebe, Schicht für Schicht, eine nach der anderen, bei der Haut beginnend, in die Tiefe fortschreitend, mit anästhesierenden Lösungen zu durchtränken, und folgt dabei den von Reclus und Schleich für diesen Zweck gegebenen Vorschriften. Sie finden namentlich dann Anwendung, wenn es sich darum handelt, glatte Schnitte durch normale Gewebe anzulegen. Die Injektion bildet alsdann einen integrierenden Bestandteil der Operation, die letztere schließt sich der Anästhesierung der ersten Gewebsschicht unmittelbar an. Operationsfeld und Operateur müssen also vollständig fertig vorbereitet sein, ehe mit der Injektion begonnen wird. Nicht selten ist es aber möglich und dann auch weit zweckmäßiger, von zwei den Endpunkten des beabsichtigten Hautschnitts entsprechenden oder sonstwie zweckmäßig gelegenen Einstichpunkten aus, primär, vor Beginn der Operation, sämtliche Gewebsschichten des Operationsfeldes mit den anästhesierenden Lösungen zu durchtränken. Man beginnt alsdann mit der Injektion in die tiefste Schicht und schließt mit der Injektion in das Unterhautzellgewebe dicht unter der Haut. Eine besondere Anästhesierung der Haut selbst ist alsdann meistens überflüssig. Denn wenn man das Unterhautzellgewebe mit einer Lösung durchtränkt, welche überhaupt imstande ist, die in ihm verlaufenden sensiblen Leitungsbahnen unempfindlich und damit leitungsunfähig zu machen, so muß auch die darüberliegende, von jenen innervierte Haut unempfindlich werden. Bei dieser von mir fast ausschließlich geübten Modifikation der Infiltrationsanästhesie ist die Anästhesierung des Operationsfeldes ein der Operation voraus-

*) Sie ist, wie alle hier erwähnten Gegenstände und Mittel, durch C. G. Heynemann in Leipzig, Elsterstraße 13, zu beziehen.

gehender, von ihr getrennter Akt. Man nimmt die Injektion vor vollendeter Zurichtung des Operationsfeldes vor. Dadurch, daß man zwischen Injektion und Operation eine Zeit verstreichen läßt, trägt man zugleich dem Umstand Rechnung, daß sensible Leitungsbahnen enthaltende Gewebe erst einige Zeit nach ihrer Durchtränkung mit anästhesierenden Lösungen unempfindlich werden und nicht unmittelbar nach der Einspritzung. Das letztere gilt, streng genommen, nur für die Haut. Bei Anwendung von Suprarenin ist die Dauer der Anästhesie eine so große, daß die Anästhesierung sehr lange Zeit vor der Operation vorgenommen werden kann. Die Anästhesie ist stets am intensivsten und am ausgedehntesten ca. 20 Minuten nach der Injektion.

Zum anderen Teil aber strebt die Injektionstechnik danach, die anästhesierenden Lösungen primär, und wiederum einige Zeit vor Beginn der Operation, so zu verteilen, daß eine vollständige Ausschaltung des ganzen Operationsfeldes aus der sensiblen Sphäre zustande kommt. Dies ist, wo anwendbar, das weitaus vollkommenste örtliche Anästhesierungsverfahren. Denn die folgende Operation geht nun von Anfang bis zu Ende, wie in Narkose, in einem vollständig anästhetischen Terrain vor sich, und dem Operateur steht nicht bloß eine anästhetische Schnittlinie, an die er sich ängstlich zu halten hat, sondern ein anästhetisches Operationsfeld zur Verfügung, das ihm eine gewisse Bewegungsfreiheit gestattet auch bei unerwartetem Verlauf der Operation, und ohne daß er seine Technik vollständig zu ändern braucht. Bei Operationen in entzündeten, vereiterten Geweben ist dies das einzig anwendbare örtliche Anästhesierungsverfahren, da eine direkte Infiltration entzündeter, bakterienhaltiger Gewebe sehr große Übelstände besitzt, die Gefahr einer Weiterverbreitung der Entzündung in sich schließt, schmerzhaft ist und deshalb vermieden werden muß. Die Anästhesierung geht der Operation ebenfalls mehr oder weniger lange Zeit voraus. Man nimmt die Injektion vor vollendeter Zurichtung des Operationsfeldes vor. In vielen Fällen, z. B. bei Verletzungen, schmerzhaften Panaritien usw. ermöglicht erst die vollständige Anästhesierung des Operationsfeldes die sachgemäße Versorgung desselben. Eine Ausschaltung des Operationsfeldes kann erzielt werden durch zentrale Anästhesierung von Nervenstämmen, im Wirbelkanal nach Bier, oder nach ihrem Austritt aus dem Wirbelkanal nach vorheriger Freilegung oder ohne dieselbe, endlich last not least dadurch, daß man von sorgfältig ausgesuchten Einstichpunkten aus nicht das Operationsfeld, sondern die dasselbe umgebenden Gewebe, soweit sie die innervierenden Leitungsbahnen enthalten, mit wirksamen anästhesierenden

Lösungen durchtränkt. Man benutzt demnach in diesem Fall nicht die Infiltrationsanästhesie der infiltrierten Gewebe, sondern die durch ihre Infiltration hervorgerufene Leitungsanästhesie. Um das sicher mit kleinen Dosen und verdünnten Lösungen der anästhesierenden Mittel zu erreichen, muß man sich freilich ausgiebig der Hilfsmittel bedienen, welche die interstitielle Resorption verzögern, der Abschnürung, der Abkühlung, des Suprarenins, welches gerade nach dieser Richtung von der größten Bedeutung für die Lokalanästhesie geworden ist.

Zum dritten injizieren wir starke, weit über das Gebiet der direkten Infiltration hinaus wirkende Lösungen (Lösung III und IV), um auch solche Gewebsteile zu beeinflussen, welche direkt zu infiltrieren wir nicht in der Lage sind. Und endlich können diese Verfahren in der verschiedensten Weise miteinander kombiniert werden.

Man beginnt mit der Herstellung der anästhesierenden Lösungen, ungefähr in der Menge, die man zu verbrauchen beabsichtigt. Man prüft, ob die Spritzen in Ordnung, die Hohlnadeln scharf und durchgängig sind und genau auf die Spritzen passen.

Die konzentrierteren Lösungen (III und IV) finden Anwendung, um sie in dünne, Leitungsbahnen enthaltende Gewebsschichten zu injizieren, oder sie dienen zur zentralen Anästhesierung größerer Nervenstämme oder zur Erzielung von Fernwirkungen auf Gewebsteile, an die wir das Anästheticum nicht unmittelbar heranbringen können. Die verdünnten Lösungen (I und II) werden gebraucht, wenn dicke Gewebsschichten, größere Gewebsbezirke mit einer Lösung durchtränkt werden müssen. Die Lösung I und II, sowie etwa gebrauchte Tropakokain- oder Eukainlösung wird in der Regel mit großer, 5—10 ccm fassender Spritze injiziert, die Lösung III und IV mit kleiner Spritze. Es ist eine stets zu beobachtende Tatsache, daß bei Verwendung kleiner Spritzen sparsamer mit dem Anästheticum umgegangen wird als beim Gebrauch großer Spritzen. Die Quantität der in einen Gewebsbezirk von bestimmter Größe zu injizierenden Lösung richtet sich ganz nach der Konzentration, in der das Anästheticum in ihr enthalten ist. Die Lösung III und IV wird in geringer Menge möglichst gleichmäßig im Gewebe verteilt. Mit den verdünnten Lösungen werden die Gewebe im Sinne Schleichs infiltriert, wenn auch nicht entfernt in dem Grade, wie Schleich das beschreibt, wobei die Gewebe glasig aufgequollen sind und von der Schnittfläche die injizierte Lösung abfließt, ohne daß das in ihr enthaltene Anästheticum irgend welche Wirkung hätte entfalten können.

Die geschickte, spielende Handhabung der Spritze muß gelernt

werden. Man hält die Spritze, wie Fig. 23 zeigt, mit dem Daumen, zweiten und dritten Finger der rechten Hand. Die schräg abgeschliffene Öffnung der Hohlnadelspitze sei stets dem Körperteil abgewendet, in den man injizieren will. Das Handgelenk muß absolut locker sein, jeder von der Achse der Hohlnadel abweichende Druck muß vermieden werden, um ihr Abbrechen zu verhüten. Anfänger pflegen gewöhnlich ein Blutbad unter den vorhandenen Hohlnadeln anzurichten. Ob man die Einstichstelle der Hohlnadel in die Haut, wie von mehreren Autoren empfohlen wird, zuvor durch Abkühlung unempfindlich machen soll oder nicht, hängt im wesentlichen von der Stärke der Hohlnadeln ab, deren man sich bedient. Der Einstich einer dicken Hohlnadel ist sehr schmerzhaft, der Einstich einer sehr feinen, scharfen Hohlnadel wird nicht schmerzhafter empfunden, als das Gefrieren der Haut bei der Einwirkung des Äther- oder Chloräthylsprays. Ich brauche in der Regel mehrere, in der Umgebung des Operationsfeldes gelegene Einstichstellen. Ich markiere und anästhesiere dieselben, vor der eigentlichen Injektion, indem ich an diesen Stellen je eine Hautquaddel mit feinster Hohlnadel bilde. Besonders empfindliche Hautstellen brauchen nicht als Einstichstellen benutzt zu werden. Die Hohlnadel soll von ihrem Einstichpunkt aus stets in einem bereits mit anästhesierender Lösung durchtränkten Gewebe vorgeschoben werden.

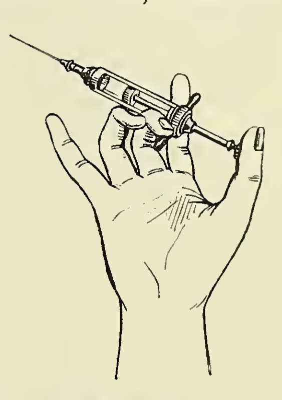


Fig. 23 (nach Reclus).

Dies wird erreicht, wenn während des Vorschiebens ununterbrochen injiziert wird, („Injektion traçante et continue“, Reclus), oder auch dadurch, daß man nach dem Einstechen der Nadel einige Tropfen injiziert, dann sie wieder eine kurze Strecke vorschiebt, wieder injiziert, usf. Es wird durch dieses Verfahren das Eindringen einer größeren Menge der injizierten Lösung in eine zufällig angestochene Vene verhütet, und außerdem wird das Vorschieben der Hohlnadel in den meisten Fällen schmerzlos gemacht. Denn etwa in der Injektionslinie gelegene Nervenstämme weichen der Nadelspitze gewöhnlich aus. Befürchtet man, mit der Nadelspitze in die Nähe großer Gefäße zu geraten, so kann man sich auch dadurch vor einer intravenösen Injektion, welche gefährlich sein kann, jedenfalls aber den beabsichtigten örtlichen Effekt des Anästheticums völlig vereitelt, schützen, daß man erst die Hohlnadel allein an der kritischen Stelle einsticht und abwartet, ob Blut ausfließt, ehe man injiziert.

Indessen, mit allgemeinen Regeln kann man niemanden die praktische Anwendung der Lokalanästhesie lehren. Wer sich auf eine der mit verschiedenen Namen verbundenen Anästhesierungsmethoden festlegt, der steht sich selbst im Lichte. Jeder Körperteil, jedes Operationsfeld, jedes Gewebe erfordert besondere Modifikationen der örtlichen Anästhesierung.

Die Anästhesierung der Haut und des Unterhautzellgewebes. Die Anästhesierung der Haut kann erfolgen durch endermatische Injektion der anästhesierenden Lösung oder durch Infiltration des die sensiblen Leitungsbahnen für die darüberliegende Haut enthaltenden Unterhautzellgewebes. Die endermatische Injektion wird in folgender Weise ausgeführt. Als ersten Einstichpunkt für die Hohlnadel wählt man das eine Ende des beabsichtigten Hautschnittes. Die Nadel wird fast parallel der Hautoberfläche mit der Öffnung nach oben in das Korium unter Vermeidung des Unterhautzellgewebes eingestochen, bis die Öffnung der Spitze vollständig im Gewebe verschwunden ist. Durch Druck auf den Spritzenstempel wird etwas von ihrem Inhalt entleert. Es entsteht eine über das Niveau der Umgebung erhabene, weiße, im Augenblick ihrer Entstehung anästhetische Quaddel. Man zieht nun die Hohlnadel wieder heraus, sticht am Rand der ersten Quaddel, also in einem schon anästhetischen Terrain, von neuem ein, injiziert wieder, bildet eine neue Quaddel, dann in derselben Weise eine dritte usf. Auf diese Weise erhält man einen schmalen anästhetischen Hautstreifen von beliebiger Länge und Form (Fig. 24). In dieser Weise ist die Anästhesierung der Haut schon 1885 von Roberts beschrieben, aber erst später von Reclus und Schleich prinzipiell angewendet worden. Anstatt jede Quaddel einzeln zu bilden, kann man, wenn die Haut nicht zu dünn ist, die Hohlnadel nach der ersten Injektion innerhalb der Cutis injizierend vorschieben, bis sie in ganzer Länge im Gewebe liegt. Man erhält dann vom ersten Einstichpunkt gleich einen anästhetischen Streifen, dessen Länge derjenigen der Hohlnadel entspricht, und der durch erneutes Einstechen der Nadel am

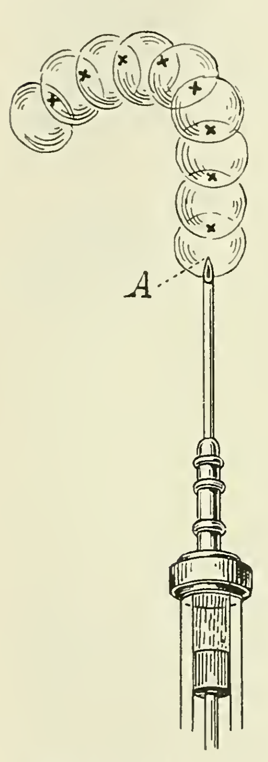


Fig. 24 (nach Schleich).

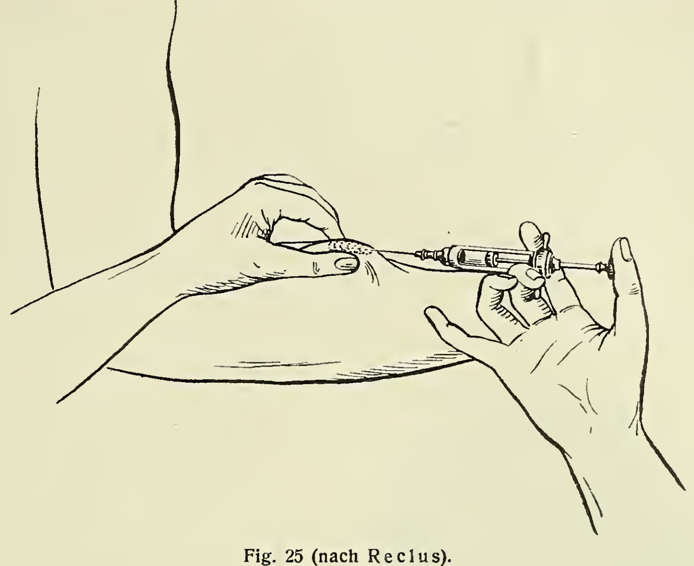


Fig. 25 (nach Reclus).

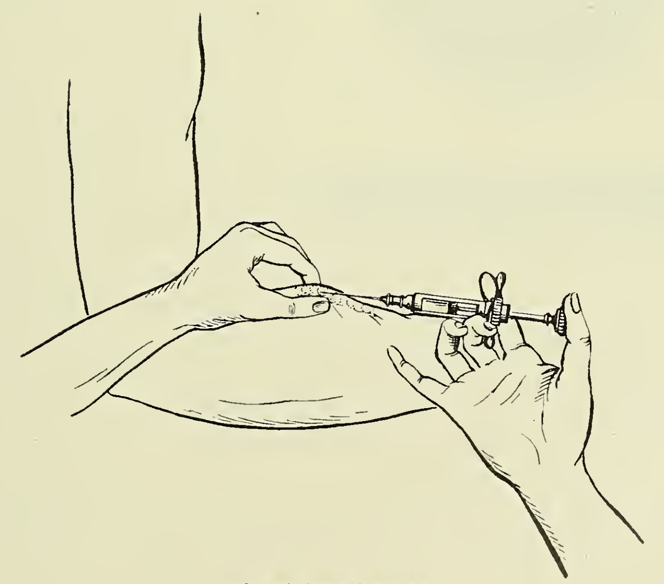


Fig. 26 (nach Reclus).

Ende des bereits infiltrierten Gebiets beliebig verlängert werden kann. Sehr erleichtert wird das letztere Verfahren, wenn es möglich ist, die Haut, in die man injizieren will, in Form einer Falte mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand emporzuheben (Fig. 25 und 26, nach Reclus).

Mit den verdünntesten Lösungen von Kokain und aller seiner Ersatzmittel erhält man auf diese Weise einen schmalen Hautstreifen von beliebiger Länge, innerhalb dessen die Sensibilität vollständig erloschen ist. Die Wirkung der verschiedenen Mittel und ihrer verschieden konzentrierten Lösungen unterscheidet sich eigentlich nur durch die Dauer der Anästhesie. Lösung I, noch zur Hälfte mit Kochsalzlösung verdünnt, liefert bei endermatischer Injektion eine Anästhesie der Haut von einer Dauer, die diejenige der langwierigsten Operationen übersteigt. Ein Nachteil ist die geringe Breite des unempfindlichen Streifens, die zur Anlegung weitgreifender Nähte am Schlusse einer Operation oft nicht ausreicht. Eine mehr flächenhafte Infiltration der Haut ist sehr mühsam und umständlich. Nur in entzündeter, aufgelockerter, hyperämischer Haut verbreitet sich die injizierte Flüssigkeit sofort flächenhaft, während eine Quaddel nicht sichtbar wird.

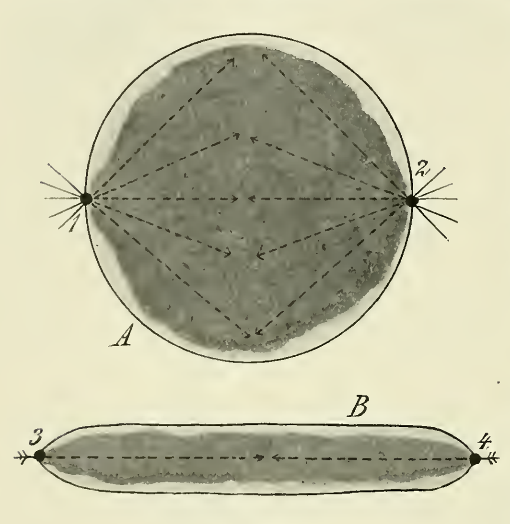


Fig. 27.

Reclus und Schleich haben die endermatische Infiltration der Haut zum Prinzip bei jeder Operation erhoben. Sie ist aber sehr oft weder nötig noch zweckmäßig. Denn wenn die anästhesierenden Lösungen in geeigneter Weise in das Unterhautzellgewebe injiziert werden, so wird nicht nur dieses, sondern auch die Haut unempfindlich, und zwar nicht nur in Form eines schmalen Streifens, sondern einer mehr oder weniger umfangreichen Fläche. Wenn man von zwei zuvor durch Quaddeln markierten Einstichpunkten (Fig. 27, A, 1 und 2) aus das Unterhautzellgewebe dicht unter der Haut in der Ausdehnung der von dem Kreis umschriebenen Fläche mit Lösung I oder II infiltriert, indem man eine lange Hohlnadel in verschiedener Richtung, wie die Pfeile zeigen, injizierend im Unterhautzellgewebe vorschiebt, so erweist sich nach Ablauf von ungefähr fünf Minuten die schattierte Fläche der Haut unempfindlich. Letztere ist etwas kleiner als der infiltrierte Bezirk des Unterhautzellgewebes, da die Randpartien von der Seite her noch innerviert werden, während die die mittleren Teile des Haut-

feldes innervierenden, unter der Haut gelegenen Leitungsbahnen unterbrochen sind.

Desgleichen wird bei streifenförmiger Infiltration des Unterhautzellgewebes von zwei Einstichpunkten aus (Fig. 27, B, 3 und 4) ein Streifen der darüberliegenden Haut unempfindlich. Der Zeitpunkt, wann dies eingetreten ist, wird durch Prüfung mit der Nadelspitze festgestellt. Die Lösung II wirkt naturgemäß schneller als die Lösung I, man wird sie also zur Anästhesierung kleinerer Flächen stets benutzen, zur Anästhesierung sehr großer Flächen dagegen sogar die Lösung I noch weiter verdünnen. Anstatt des Suprareninzusatzes zu den Lösungen kann auch eines der anderen, die Resorption verzögernden Mittel angewendet werden, also z. B. die Abkühlung. Man infiltriert das Unterhautzellgewebe, $^1/_2$ % Tropakokainlösung ist hierzu ganz besonders geeignet, und kühlt die Haut mit dem Äther- oder Chloräthylspray ab. Es ist nicht nötig, daß dies bis zur Eisbildung geschieht. Gleich darauf wird Haut und Unterhautzellgewebe für sehr lange Zeit gefühllos. Auf diese Weise können nicht nur glatte, Haut und Unterhautzellgewebe durchtrennende Schnitte ausgeführt, sondern ganz besonders flächenhaft ausgebreitete Hauterkrankungen chirurgisch behandelt werden. Um z. B. eine lupös oder durch irgend welche Ulzerationen veränderte Hautfläche herauszuschneiden, auszuschaben oder mit dem Thermokauter zu behandeln, markiert man in der Umgebung des Operationsfeldes ein, zwei oder mehr passend gelegene Einstichpunkte mittels feinster Hohlnadel, unterspritzt von ihnen aus mittels langer Hohlnadel die ganze in Betracht kommende Hautfläche in einer überall das Operationsfeld 1—2 cm überschreitenden Ausdehnung mit einer der genannten Lösungen und wartet, bis Anästhesie eingetreten ist. Für eine Hautfläche von der Größe eines Handtellers braucht man etwa 30 ccm Lösung I. Leicht kann auf diese Weise selbst die Haut der gesamten Außenfläche des Oberarms oder Oberschenkels zum Zweck der Entnahme Thierschscher Epithellappen unempfindlich gemacht werden. Man infiltriert dann das Unterhautzellgewebe in zahlreichen parallelen, je zwei Finger breit voneinander entfernten Streifen und verteilt die injizierte Flüssigkeit durch leichte Massage gleichmäßig auf der ganzen Fläche (s. 16. Kap.).

Die sensiblen Leitungsbahnen für Haut und Faszie verlaufen an vielen Körperstellen, z. B. im Bereich des behaarten Kopfes, auf längere Strecken im Unterhautzellgewebe, nachdem sie die Faszie verlassen haben. Größere zusammenhängende Teile der Körperoberfläche besitzen daher keinerlei direkte Nervenverbindung mit den subfaszialen

Geweben. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß es nicht immer notwendig ist, zur Anästhesierung eines Haut und Unterhautzellgewebe betreffenden Operationsfeldes dessen gesamtes Unterhautzellgewebe mit der Lösung zu imbibieren, sondern daß hierzu sehr oft die subkutane Umspritzung des Operationsfeldes ausreicht. Hierauf beruht Hackenbruchs „zirkuläre Analgesierung" (Fig. 28). Bei 1 und 2 werden zwei Einstichpunkte markiert. Hierauf wird das Unterhautzellgewebe von 1—3, von 1—4, von 2—3 und endlich von 2—4 infiltriert, so daß das Operationsfeld von einem subkutan gelegenen Infiltrationswall in Form

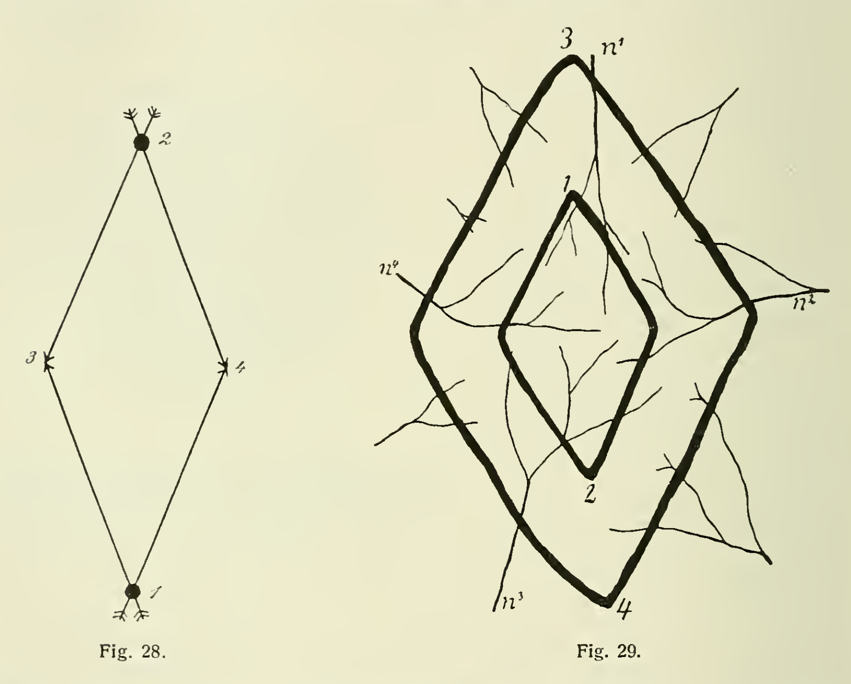


Fig. 28. Fig. 29.

eines langgestreckten Rhombus umgeben wird, den ich „Hackenbruchschen Rhombus" nennen will. Der längste Durchmesser des Rhombus entspricht der Richtung des beabsichtigten Schnittes. Die Einstichpunkte können auch nach 3 und 4 gelegt werden, wenn dies bequemer ist. Dem das Operationsfeld einschließenden Wall kann nach Bedarf jede beliebige mehr quadratische, kreisförmige oder andere Form gegeben werden. Die Zahl und Lage der Einstichpunkte richtet sich nach der Form und Größe des Operationsfeldes.

Das umspritzte Operationsfeld wird einige Minuten nach der Injektion anästhetisch, zuerst seine Randpartien, zuletzt sein Zentrum. Denn die den Mittelpunkt des Operationsfeldes versorgenden Nerven

werden in größerer Entfernung von ihrer Endausbreitung durch das Anästheticum affiziert, wie die, welche die Randteile innervieren. Fig. 29 zeigt ein großes Stück der Hautoberfläche. Eingezeichnet sind vier Nervenstämme, welche im mittleren Teile dieser Fläche ihre Endausbreitung finden, sowie die Endverzweigungen anderer, bereits im peripheren Teile ihr Ende findenden Nervenfasern. Wenn nun ein kleinerer Teil der Fläche subkutan umspritzt wird (1, 2), so trifft das Anästheticum die Nervenbahnen, welche das kleine Operationsfeld versorgen, nahe ihrer Endausbreitung, die Unterbrechung erfolgt schnell und leicht, auch bei Verwendung dünner Lösungen. Ist aber das Operationsfeld größer (3, 4), so trifft das Anästheticum die vier Nervenbahnen, welche den zentralen Teil des umspritzten Gebietes versorgen, fern von ihrer Endausbreitung, dagegen die den peripheren Teil versorgenden Bahnen nahe ihrer Endausbreitung. Deshalb wird der Rand des Operationsfeldes schneller anästhetisch als sein Mittelpunkt. An Körperteilen, wo nicht nur die Haut, sondern auch tiefer gelegene Gewebsschichten ausschließlich vom Unterhautzellgewebe her innerviert werden, wie z. B. das Periost des Schädeldaches oder der vorderen Tibiafläche, werden auch diese infolge einer subkutanen Umspritzung mit anästhetisch. Hackenbruch hat mit Recht darauf hingewiesen, daß die Anästhesierung eines Fingers (16. Kap.) durch subkutane Injektion anästhesierender Lösungen in das Unterhautzellgewebe seines Grundgliedes auf dem gleichen Prinzip beruht, wie die Anästhesierung jedes anderen, beliebigen Operationsfeldes mittels subkutaner Umspritzung. Man stelle die Spitze eines Fingers auf den Mittelpunkt der Fig. 29 und denke sich nun die Zeichnung wie einen Handschuhfinger über den Finger gezogen, so erhält man ein schematisches Bild der Innervation des Fingers. Da das Unterhautzellgewebe des Fingergrundgliedes sämtliche Leitungsbahnen für den ganzen Finger enthält, so wird derselbe auch bei subkutaner Umspritzung in toto anästhetisch. Zur Umspritzung dient meistens Lösung I, bei größerem Operationsfeld Lösung II, bei dünnem, fettarmen Unterhautzellgewebe Lösung III in entsprechend geringer Quantität. Ist dagegen die nervenhaltige Gewebsschicht sehr dick und fettreich, so muß sie reichlich, in zwei Schichten, einer tiefen und einer dicht unter der Haut gelegenen, aber dann mit dünnen Lösungen infiltriert werden. Das Suprarenin kann natürlich auch hier durch andere, die Resorption des Anästheticums verzögernde Mittel ersetzt werden. Ohne Anwendung dieser Hilfsmittel kommt man nur mit größeren Dosen und konzentrierteren Lösungen der Mittel zum Ziel.

Die erwartete Anästhesie des Operationsfeldes bleibt nach subkutaner Umspritzung aus oder ist unvollkommen, wenn dasselbe nicht allein von den Seiten her, sondern auch durch Nervenfasern innerviert wird, welche aus der Tiefe in das umspritzte Terrain eintreten. In solchen Fällen muß entweder das Operationsfeld auch in der Tiefe in ganzer Ausdehnung umspritzt werden, oder man muß die Umgebung des in Frage kommenden Nervenstammes besonders infiltrieren. Im Gesicht z. B. sind besonders die Austrittsstellen des N. mentalis und N. infraorbitalis zu beachten. Umspritzt man hier ein Operationsfeld, in dessen Mitte die Austrittsstelle eines der genannten beiden Nerven

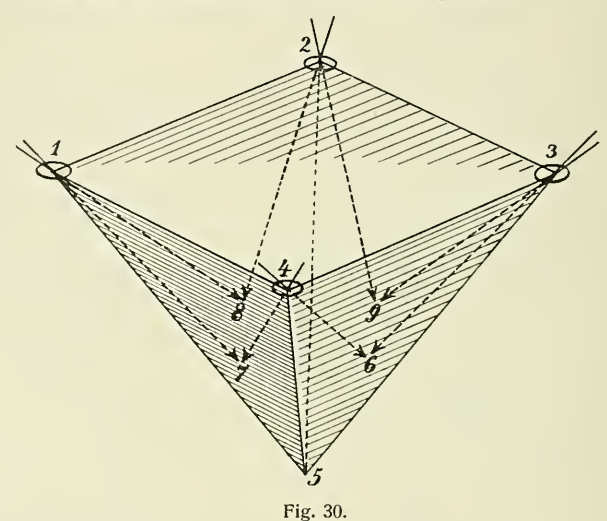


Fig. 30.

liegt, so tritt selbstverständlich in dem umspritzten Gebiet keine Anästhesie ein.

An Hand und Fuß, Vorderarm und Unterschenkel werden, wenn man das Unterhautzellgewebe in quer zur Gliedachse gestellten Streifen mit Lösung II infiltriert, weite, peripherwärts davon gelegene Strecken der Haut und des Unterhautzellgewebes unempfindlich. Das Nähere hierüber findet sich in den folgenden Kapiteln.

Die Ausschaltung eines Operationsfeldes, auch wenn es das Unterhautzellgewebe in der Tiefe überschreitet, mittels Infiltration einer dasselbe einschließenden Gewebsschicht läßt sich sehr häufig nach folgendem Schema bewerkstelligen. Fig. 30 stellt eine Pyramide vor. Ihre Grundfläche 1—2—3—4 ist in der Hautoberfläche gelegen und entspricht der Ausdehnung des Operationsfeldes an der Oberfläche. Ihre Spitze (5) liegt mitten unter dem Operationsfeld, in der Tiefe, in

der Muskulatur. Ihre Seitenflächen begrenzen das Operationsfeld seitlich. Eine diesen vier Seitenflächen entsprechende Gewebsschicht muß infiltriert werden, um das Operationsfeld vom übrigen Körper gleichsam abzutrennen. Das Operationsfeld selbst dagegen kommt nicht in Berührung mit der Hohlnadel und dem Anästheticum. Das wird in folgender Weise gemacht: 1, 2, 3, 4 sind vier in der Haut gelegene Einstichpunkte. Von jedem dieser Punkte aus sticht man eine lange Nadel injizierend ein, zuerst nach dem unter dem Operationsfeld gelegenen Punkt 5, dann in verschiedenen, in den Seitenflächen der Pyramide gelegenen Richtungen, z. B. 1—7, 4—7, 4—6, 3—6, 3—9, 2—9 usw. und infiltriert die vier Flächen. Zuletzt ist das Unterhautzellgewebe in Form des Hackenbruchschen Rhombus, also in der Richtung 1—2—3—4 zu infiltrieren. Oft genügen zwei Einstichpunkte, z. B. 1 und 2, in anderen Fällen sind mehr als vier erforderlich, und die

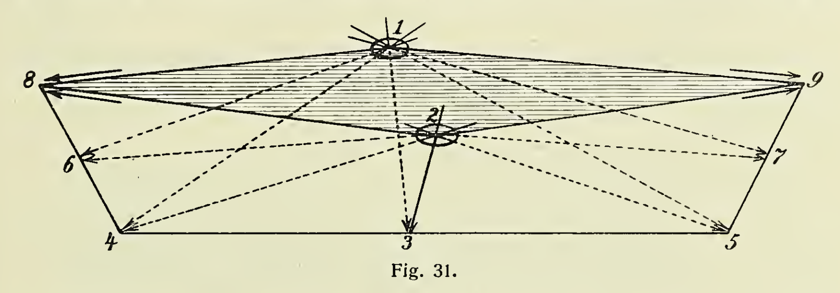


Fig. 31.

zu infiltrierende Fläche nimmt je nach der Ausdehnung des Operationsfeldes die verschiedensten Formen an. Oft hat sie die Gestalt eines Kegels, dessen Spitze unter dem Operationsfeld liegt, oder einer flachen Mulde, wie Fig. 31 zeigt. Zwei Einstichpunkte liegen bei 1 und 2. Von ihnen aus sticht man die Hohlnadel infiltrierend nach 3, nach 4, nach 5, nach 6, nach 7 und infiltriert endlich das Unterhautzellgewebe in Form des Hackenbruchschen Rhombus 1—9—2—8.

Vor Beginn der Anästhesierung ist die zweckmäßigste Lage der Einstichpunkte und die Form der zu infiltrierenden Fläche festzustellen, die Einstichpunkte werden dann durch Hautquaddeln markiert und unempfindlich gemacht, die weitere Injektion wird mit langen Hohlnadeln vorgenommen. Einstichpunkte und infiltrierte Flächen sollen stets das erkrankte Gewebe unberührt lassen. Zur Injektion dient fast stets Lösung II mit Novokain. Nach der Injektion wartet man, bis die Haut des Operationsfeldes gegen Nadelstiche unempfindlich geworden, bei schmerzhaften Erkrankungen, bis ihre Schmerzhaftigkeit aufgehört hat, je länger desto besser. Das von den infiltrierten Flächen

eingeschlossene Operationsfeld wird unempfindlich, einerlei, welcher Art die zu behandelnde Erkrankung ist.

Die Anästhesierung der Schleimhäute und der Submukosa erfolgt entweder durch Oberflächenapplikation der anästhesierenden Mittel oder durch totale oder zirkuläre Infiltration des submukösen Gewebes mit Lösung I oder II.

Die Anästhesierung der Muskeln wird durch Infiltration des Muskelgewebes mit Lösung I oder II bewerkstelligt, womöglich vor Infiltration des Unterhautzellgewebes, sonst nach Anästhesierung und Durchtrennung der Haut und des Unterhautzellgewebes. Auf sofortige totale Anästhesie der gemeinsam mit den Blutgefäßen in den Bindegewebssepten verlaufenden Nervenbahnen ist niemals zu rechnen. Zwischen Injektion und Inzision muß ein Zeitraum von mindestens fünf Minuten liegen. Kann die Infiltration des Muskels erst nach Freilegung der Faszie erfolgen, so kann diese Zeit anderweitig, z. B. zu Gefäßunterbindungen, verwendet werden. Die Infiltration dicker Muskelschichten erfolgt gewöhnlich in der Schnittlinie, das Operationsfeld in flach ausgebreiteten Muskeln ist oft besser durch den Hackenbruchschen Rhombus zu anästhesieren.

Faszien und Sehnen bedürfen niemals einer besonderen Infiltration. Die Faszien werden gefühllos durch subfasziale Injektion anästhesierender Lösungen, die Sehnen verlieren ihre Sensibilität, soweit sie überhaupt eine solche besitzen, durch Injektion in das peritendinöse Gewebe.

Die Anästhesierung der Nervenstämme. Große Nervenstämme, welche in einem mit stark verdünnten Kokain-Suprareninlösungen durchtränkten Gewebe liegen, werden nur sehr langsam leitungsunfähig und insensibel. Operiert man also in einem Gebiet, wo ein solcher Nervenstamm liegt, so muß man, nach Anästhesierung der übrigen Gewebe in der üblichen Weise, mit dem ersten Schnitt bereits darauf ausgehen, den Nerven am proximalen Ende des Operationsfeldes freizulegen und für sich zu anästhesieren. Einige Tropfen Lösung III oder IV unter die fibröse Nervenscheide oder zwischen die Fibrillenbündel injiziert, unterbrechen die Leitungsfähigkeit des Nerven fast sofort für mehrere Stunden.

Ausführung eines Haut, Unterhautzellgewebe, Faszien, Muskeln und Periost durchtrennenden Schnittes (Fig. 32). Nehmen wir an, es handle sich um nicht entzündete Gewebe, die man also in der beabsichtigten Schnittlinie infiltrieren kann. Man gebraucht Lösung I, besser Lösung II mit Novokain. Zwei Einstichpunkte werden an den

Enden der beabsichtigten Schnittlinie markiert. Man sticht die lange Hohlnadel bei 1 ein, zuerst senkrecht auf den Knochen, dann schräg nach der Mitte des Operationsfeldes, wie die Pfeile zeigen, wieder bis auf den Knochen, dann immer schräger und oberflächlicher, endlich dicht auf der Faszie, zuletzt dicht unter der Haut, letzteres entweder ebenfalls in der Schnittlinie oder besser in Form eines langgestreckten Hackenbruchschen Rhombus. Während des Vorschiebens und Zurückziehens der Nadel wird ununterbrochen injiziert. Man wartet, bis die Haut unempfindlich ist, mindestens fünf Minuten. In dieser Zeit ist auch auf Unempfindlichkeit der tieferen Schichten zu rechnen. Man kann nun in einem unempfindlichen Terrain die Inzision ausführen, das Periost spalten und eine kleine Strecke weit das Periost ablösen. Subperiostale Injektionen sind unnötig. Handelt es sich um die Behandlung entzündeter oder

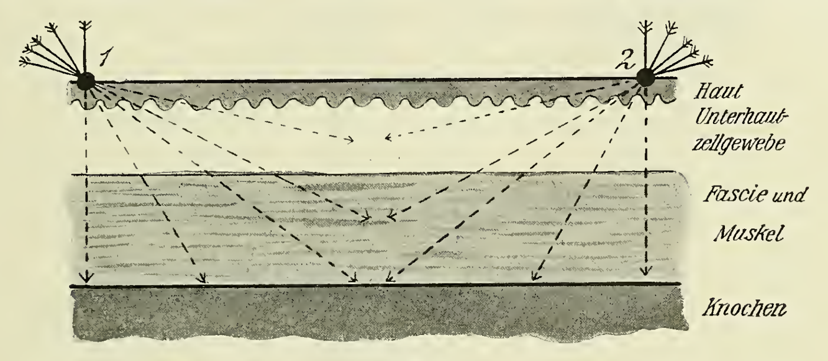


Fig. 32.

sonstwie erkrankter Gewebe, so ist pyramiden- oder muldenförmige Infiltration bis auf den Knochen vorzunehmen, ohne die erkrankten Gewebe zu berühren.

Operationen am Knochen. Ausgedehntere Operationen an Knochen, welche von dicken Muskelschichten bedeckt sind, sind unter Lokalanästhesie nur dann befriedigend ausführbar, wenn es möglich ist, den ganzen Körperteil, in dem sich das Operationsfeld befindet, durch zentrale Leitungsunterbrechung der großen Nervenstämme auszuschalten. Oberflächlich gelegene Knochen können bei Anwendung der Lösung II sehr leicht in mehr oder weniger großem Umfange in das anästhetische Operationsfeld eingeschlossen werden. Fig. 33 stellt einen derartigen Knochen vor. Die beiden Einstichpunkte 1 und 2 befinden sich seitlich, in einiger Entfernung vom Knochen, in einer quer durch die Mitte des beabsichtigten Schnittes verlaufenden Linie, und werden, wie immer, durch zwei Quaddeln markiert. Man sticht

nun die lange Hohlnadel bei Punkt 1 ein und führt ihre Spitze, immer injizierend, in der Richtung 1—3, 1—4 und verschiedenen zwischen 1—3 und 1—4 vorhandenen Richtungen unter den Knochen, hierauf in der Richtung 1—3 und 1—4, wie die Pfeile zeigen, in verschiedener Tiefe bis auf den Seitenrand des Knochens, endlich infiltriert man das Unterhautzellgewebe in der Richtung 1—3, 1—4. Genau das gleiche geschieht vom Punkt 2 aus. Es handelt sich also um muldenförmige Umspritzung eines einen Knochen einschließenden Operationsfeldes.

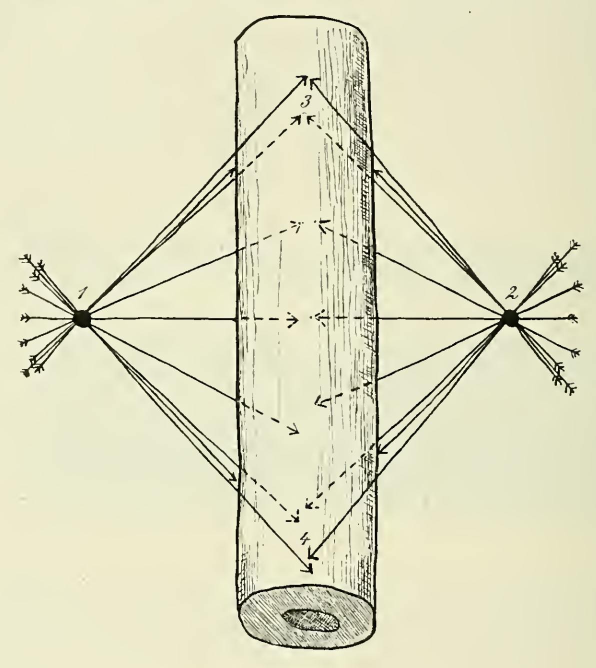


Fig. 33.

Nach der üblichen Wartezeit kann der Knochen freigelegt, das Periost ringsherum abgelöst werden. Der Knochen selbst ist innerhalb des abgegrenzten Operationsfeldes ebenfalls vollkommen unempfindlich, kann aufgemeißelt, quer durchtrennt, entfernt werden.

Die Exstirpation von Tumoren. Wir verstehen hier unter Tumoren aus praktischen Gründen nicht nur die echten Neubildungen, sondern auch die Lymphome, Schleimbeutel und alles, was sonst eine zu exstirpierende Gewebsanschwellung darstellt. Mit Hilfe der Lokalanästhesie können im allgemeinen alle gutartigen und malignen Geschwülste exstirpiert werden, welche in einem gut zugänglichen, gut abgegrenzten Operationsfelde gelegen sind und ohne große technische

Schwierigkeiten und Gefahren sich entfernen lassen. Weit vorgeschrittene, nicht scharf begrenzte bösartige Neubildungen, wie auch die Ausräumung der erkrankten regionären Lymphdrüsen sind kein Objekt für die Lokalanästhesie. Es gilt da rasch und rücksichtslos zu operieren, das Operationsfeld gewinnt oft eine ganz andere Ausdehnung, als vorauszusehen war, der Nutzen der Lokalanästhesie steht in gar keinem Verhältnis zu dem Schaden, den eine unvollkommene Anästhesierung und Operation anrichten kann. Bei zirkumskripten, malignen Tumoren aber, besonders der Haut und Schleimhaut, ist die Lokalanästhesie ebensogut anwendbar, wie bei gutartigen Geschwülsten. Der Einwand von Braatz, daß durch die Gewebsinfiltration die Geschwulst verschleppt werden könnte, erscheint mir nicht stichhaltig, da selbstverständlich nur gesunde Gewebe infiltriert und durchtrennt werden dürfen, wenn die Operation überhaupt einen Zweck haben soll, auch wenn man sich der Schleichschen Injektionstechnik, die Braatz speziell im Auge hatte, bedient.

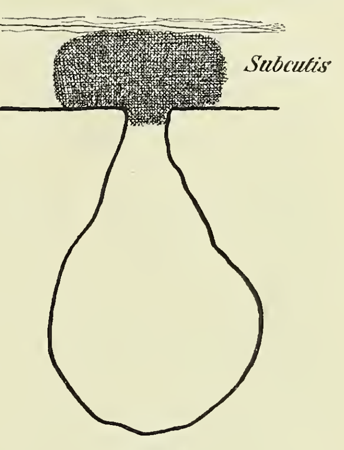


Fig. 34.

Für die Entfernung flacher Haut- oder Schleimhauttumoren gilt das, was oben über die Behandlung flächenhaft ausgebreiteter Hautkrankheiten überhaupt gesagt worden ist. An vielen Körperstellen genügt die subkutane Umspritzung mit Lösung I oder II, oder es muß das gesamte unter dem Operationsfeld gelegene subkutane Zellgewebe infiltriert werden. Pendulierende, gestielte Tumoren der Haut oder Schleimhaut erfordern Infiltration des unter ihrer Ansatzstelle gelegenen subkutanen oder submukösen Gewebes (Fig. 34, das zu infiltrierende Gewebe ist schraffiert). Der Tumor wird dann, auch wenn er noch so groß ist, in toto gefühllos und kann mit seiner Ansatzstelle exzidiert werden. Derartige Tumoren selbst zu infiltrieren, so daß sie, wie Schleich sagt, „zu oft vielfach größeren, wassergurkenähnlichen Bildungen“ werden, ist niemals notwendig.

Für Tumoren, welche im Unterhautzellgewebe gelegen sind, genügt an Körperteilen mit konstant subkutaner Innervation ebenfalls einfache Umspritzung mit Lösung I oder II. Andernfalls, oder wenn der Tumor das Unterhautzellgewebe überschreitet, führt man die pyramiden-, kegel- oder muldenförmige Infiltration seiner Umgebung aus, wobei man

die Hohlnadel immer zuerst unter den Tumor bzw. das Operationsfeld führt. Die primäre Infiltration der unter dem Tumor gelegenen Gewebe wird sehr erleichtert, wenn er verschieblich ist und mit der linken Hand von der Unterlage abgehoben werden kann, während die rechte Hand die Hohlnadel unter ihn führt. Die Anwendung dieses Hilfsmittels sollte nie versäumt werden, wenn es die Beschaffenheit des Tumors erlaubt. In manchen Fällen ist es unmöglich, von vornherein die primäre Infiltration der den Tumor einschließenden Gewebe vorzunehmen, entweder weil er nicht allseitig zugänglich ist, oder weil die Nähe großer Gefäße das Einstechen der Nadel in die Tiefe nicht ratsam erscheinen läßt. Dann müssen zunächst die ihn bedeckenden Gewebsschichten durch zirkuläre Infiltration insensibel gemacht werden, seine Oberfläche und seine Ränder freigelegt werden, um nunmehr die Umgebung des Geschwulstbettes in der Tiefe unter Leitung des Auges infiltrieren zu können. Größere zystische Tumoren werden am besten so behandelt, daß man sie nach Anästhesierung der Deckschichten aufschneidet und dann von der Innenfläche her die weitere Umgebung infiltriert. Nach dieser sekundären Injektion muß eine Pause gemacht werden, ehe die Operation ihren weiteren Fortgang nimmt. Große Nervenstämme, welche im Operationsfelde gelegen sind, müssen natürlich besonders beachtet, freigelegt und anästhesiert werden. Manchmal wird zur Freilegung der Oberfläche einer Geschwulst ein Lappenschnitt durch die Haut vorgezogen. Derselbe wird dann am besten durch eine Quaddelreihe vorgezeichnet, während man die Injektion im übrigen, wie geschildert, ausführt. Betreffs weiterer Einzelheiten ist auf den speziellen Teil zu verweisen.

Inzision zur Entfernung von Fremdkörpern. Die Anästhesierung kann durch Infiltration der Gewebe in der Schnittlinie erfolgen, wobei zuerst die tiefsten, den Fremdkörper umgebenden Schichten zu infiltrieren sind. Besser ist immer die Ausschaltung eines reichlich großen Operationsfeldes, in dessen Mitte der Fremdkörper liegt, durch zirkuläre, oder pyramiden- oder kegelmantelförmige Infiltration der Umgebung.

Furunkel, Abszesse, Phlegmonen. Die direkte Injektion anästhesierender Lösungen in krankhaft veränderte Gewebe muß vermieden werden. Das gilt ganz besonders für entzündete und eitrig infiltrierte Gewebe, deren Infiltration Schmerzen verursacht und die Gefahr einer Weiterverbreitung von Entzündungserregern unzweifelhaft in sich birgt. Wie gut abgegrenzte, mit normalen Geweben umgebene, leicht zugängliche, akute und chronische Eiter- und Entzündungsherde

zu behandeln sind, das bedarf nach dem, was über die Anästhesierung der Haut und des Unterhautzellgewebes und über die Geschwulstexstirpation gesagt wurde, kaum noch einer besonderen Darstellung. Man betrachtet jeden derartigen Entzündungsherd wie eine Geschwulst, welche exstirpiert werden soll, und nimmt die Anästhesierung vor, wie oben geschildert, durch zirkuläre oder pyramidenförmige, oder sonstwie gestaltete, der Form des Operationsfeldes angepaßte Infiltration einer dasselbe einschließenden, durchweg außerhalb der krankhaft veränderten Teile gelegenen Gewebsschicht. Die Konzentration der anästhesierenden Lösungen bedarf keiner Erhöhung. Sie wirken nicht weniger intensiv, wenn in dem umspritzten Gebiet ein entzündeter, hyperästhetischer Herd liegt, als wenn dasselbe eine indolente Geschwulst enthält.

Sehr einfach gestaltet sich die Anästhesierung eines größeren Furunkels oder Karbunkels. Man markiert zwei oder bei großen Karbunkeln vier Einstichpunkte, welche ganz außerhalb der entzündeten Haut gelegen sind, und infiltriert von ihnen aus, indem man die Hohlnadel zuerst unter die Mitte des Entzündungsherdes in die Tiefe sticht, eine pyramidenförmige, das Operationsfeld ganz einschließende Schicht normalen, nicht entzündeten Gewebes. Man bedient sich hierzu der Lösung II und wartet nach der Injektion, bis die Haut gegen Nadelstiche, der ganze Eiterherd gegen Druck unempfindlich geworden ist. Der Suprareninzusatz ist entbehrlich, wenn die Infiltration mit 0,2% Kokain oder 0,5% Tropakokain oder Novokain vorgenommen war und die infiltrierten Gewebe unmittelbar nach der Injektion mit dem Äther- oder Chloräthylspray stark abgekühlt werden. Wer indessen die Suprareninblutleere bei derartigen Inzisionen einmal kennen gelernt hat, wird sie auch nicht wieder vermissen wollen. An Teilen mit ausschließlich subkutaner Innervation genügt wiederum die subkutane Umspritzung zur Ausschaltung eines das Unterhautzellgewebe nicht überschreitenden entzündeten Operationsfeldes. Jeder gut abgegrenzte, akute oder chronische Entzündungsherd, welcher inzidiert, ausgeschabt, exzidiert werden soll, ist in gleicher Weise zu behandeln, wie der Furunkel.

Eiterungen, welche infolge ihrer Lage oder Ausdehnung, oder, weil ihre Grenzen vor der Operation nicht zu bestimmen sind, insbesondere bei starkem Ödem der Umgebung, oder aus sonst irgend einem Grunde der primären vollständigen Umspritzung nicht zugänglich sind, sind im allgemeinen ein recht wenig geeignetes Objekt für die Lokalanästhesie, es sei denn, daß der erkrankte Körperteil durch

proximale Leitungsunterbrechung der Nervenstämme fern vom Operationsfeld unempfindlich gemacht werden kann. In einzelnen Fällen derartiger Phlegmonen kann man sich darauf beschränken, die den Abszeß bedeckenden Weichteile durch Umspritzung des Unterhautzellgewebes unempfindlich zu machen. Eine vorsichtige Eröffnung des Abszesses wird dann schmerzlos sein, Auswischen, Ausspülen, Sondieren usw. der Abszeßhöhle dagegen nicht. Eine weitere Infiltration der entzündeten Gewebe ist zu unterlassen, eher kommt man dann noch mit dem Chloräthylstrahl zum Ziel. Bei Phlegmonen von einiger Dignität und Ausdehnung ist besonders für weniger in der Behandlung derartiger Erkrankungen geübte Ärzte die Narkose weitaus vorzuziehen, wenn sich das Operationsfeld nicht vollständig primär anästhesieren läßt. Denn gerade bei dessen Erkrankungen verleitet ein unvollkommenes und schwieriges, unsicheres Anästhesierungsverfahren den Operateur sehr leicht dazu, unvollständig zu operieren, um so mehr, als die Orientierung über die Ausdehnung der Eiterung, die genaue Untersuchung des inzidierten, breit mit Haken auseinanderzuziehenden phlegmonösen Herdes, die Vornahme weiterer Inzisionen in vorher nicht zu erwartender Richtung und Ausdehnung erschwert ist und die Drainage und Tamponade niemals schmerzlos gemacht werden kann. Es mag nicht unerwähnt bleiben, daß die Ausführung eingreifender Operationen bei Phlegmonen durch die Biersche Stauung eine sehr bedeutende Einschränkung erfahren hat. Zur Eröffnung kalter Abszesse, welche nicht ausgeschabt, sondern nur ausgespült und mit Jodoformglyzerin gefüllt werden sollen, genügt die Anästhesierung der bedeckenden Gewebsschicht durch Infiltration in der Schnittlinie oder zirkuläre Infiltration.

Die Punktion von Körperhöhlen, Abszessen, Gelenken mit dem Troikart erfolgt am besten nach Schleichscher Vorschrift. Man bedient sich der Lösung I und macht an der Einstichstelle eine Quaddel oder eine kurze Quaddelreihe, wenn die Haut inzidiert werden soll. Man sticht eine an einer größeren Spritze befestigte Hohlnadel unter fortwährendem, ununterbrochenem Injizieren senkrecht in die Tiefe, bis man in den zu punktierenden Hohlraum gelangt. So wird der ganze Stichkanal auch für den Einstich dickster Troikarts unempfindlich. Die kleine Mühe dieser Anästhesierung sollte nie unterlassen werden. Die Kranken sind dankbar, wenn ihnen auch nur ein geringer und kurzer Schmerz erspart wird.

Operationen an Gelenken. In einem durch vollständige Umspritzung oder proximale Nervenanästhesierung unempfindlich gemachten

Operationsfeld werden natürlich auch die in ihm befindlichen Gelenke unempfindlich und bedürfen keiner besonderen Anästhesierung. Operationen an derartigen Gelenken sind ohne Rücksicht auf die Art und Ausdehnung der Erkrankung, ohne Rücksicht auch auf die Art und Ausdehnung des operativen Eingriffs unter Lokalanästhesie ausführbar. Anders liegt die Sache an großen Gelenken, welche nicht so leicht in ganzem Umfang ausgeschaltet werden können. Die Punktion großer Gelenke behufs Entleerung flüssigen Inhalts (Hydarthros, Hämarthros) erfolgt nach der vorhin gegebenen Anweisung. Die Arthrotomie eines oberflächlich gelegenen, nicht unter dicken Muskelschichten verborgenen Gelenks behufs Entfernung einer Gelenkmaus oder eines Flüssigkeitsergusses macht keine Schwierigkeiten. Die Anästhesierung des Weichteilschnitts erfolgt nach der allgemeinen Regel so, daß man von den Endpunkten des beabsichtigten Schnitts zuerst die Gelenkkapsel in der Schnittlinie, dann das Unterhautzellgewebe, entweder ebenfalls in der Schnittlinie, oder in Form des Hackenbruchschen Rhombus mit Novokainlösung II infiltriert. Die Synovialmembran ist, besonders an entzündeten Gelenken, sehr empfindlich. Allerdings, bei Ausführung der Arthrotomie erweist sie sich, wenn die Injektionen richtig gemacht sind und die Operation nicht zu früh begonnen wurde, im Operationsfeld unempfindlich. Wenn aber eine Untersuchung des Gelenkinneren notwendig ist, oder eine Ausspülung oder Anfüllung der Gelenkhöhle mit reizenden Substanzen (Karbolsäure, Jod, Jodoform) beabsichtigt wird, so ist die Anästhesierung der Gelenkhöhle selbst vorauszuschicken, vorausgesetzt, daß sie nicht bereits verödet ist. Man beginnt also die Operation mit der zur Anästhesierung des Weichteilschnitts erforderlichen Injektion, punktiert hierauf mittels Troikarts das Gelenk, entleert etwa vorhandenen flüssigen Inhalt, füllt die Gelenkhöhle mit Lösung I prall an und wartet mindestens 10 Minuten. Während dieser Zeit möge der Troikart stecken bleiben und verschlossen werden, damit die injizierte Lösung nicht aus der Gelenkhöhle herausfließt und sich im periartikulären Gewebe verbreitet. Dann läßt man die Flüssigkeit ablaufen. Schmerzhafte Gelenke werden auf diese Weise schmerzfrei, Kontrakturen lösen sich, Ausspülungen, Jod- und Jodoforminjektion verursachen den Kranken keinen Schmerz, und wenn man das Gelenk inzidiert, so zeigt sich, daß die Synovialmembran ganz unempfindlich geworden ist und auch die Untersuchung der Gelenkhöhle mit dem Finger oder mit Instrumenten keine Klagen hervorruft. Die Drainage akut vereiterter Gelenke, welche bei der leisesten Berührung und Bewegung schmerzhaft sind, erfordert

selbstverständlich die Narkose, es sei denn, das das ganze Glied durch proximale Unterbrechung der Nervenleitung unempfindlich zu machen wäre. Dasselbe gilt von Arthrektomien und vollständigen Resektionen größerer Gelenke, während umschriebene Operationen an einem der knöchernen Gelenkenden gelegentlich einmal bei lokalisierter Umspritzung und Infiltration nach den bei Knochenoperationen angegebenen Regeln, eventuell in Verbindung mit der Anästhesierung der ganzen Synovialmembran, schmerzlos ausführbar sind.

Die Versorgung von Verletzungen. Für diesen Teil der Chirurgie ist die Lokalanästhesie von ganz besonders großer Bedeutung. Die größere Mehrzahl von Weichteilverletzungen, fast alle, auch die kompliziertesten Verletzungen an Händen und Füßen, sowie eine kleine Anzahl komplizierter Frakturen an einigen anderen Körperstellen (Schädel, Schlüsselbein, Rippen) sind der Lokalanästhesie zugänglich. Die Anwendung der Lokalanästhesie sollte auch bei kleinen Verletzungen niemals unterlassen werden, weil in der Regel nur dann ihre Versorgung mit der nötigen Gründlichkeit und Ruhe vorgenommen werden kann.

Das zu anästhesierende Operationsfeld, welches die Wunde enthält, ist so zu behandeln, als wollte man die ganze Wunde aus ihrer Umgebung heraus wie eine Geschwulst exstirpieren. Kleine, die Haut und das Unterhautzellgewebe betreffende Verletzungen werden also mit dem Hackenbruchschen Rhombus subkutan von zwei Einstichpunkten aus umspritzt (Fig. 35). An Körperteilen mit isolierter subkutaner Innervation genügt die subkutane Umspritzung auch für große Wunden, am Schädeldach auch für die Versorgung von Knochenbrüchen. Auf die Eintrittsstellen größerer Nervenstämme in das Operationsfeld ist besonders zu achten. Wird das Operationsfeld von der Tiefe her innerviert, oder überschreitet es das Unterhautzellgewebe, so infiltriert man von zwei oder vier oder mehr Einstichpunkten aus eine pyramiden- oder muldenförmige, das Operationsfeld ganz einschließende Gewebsschicht. Eine derartige, in Fig. 36 von der Fläche gesehene Wunde würde daher, nachdem eine erstmalige vorsichtige Reinigung der Haut vorgenommen wurde, folgendermaßen zu behandeln sein. Zwei Einstichpunkte liegen bei 1 und 2, entsprechend der Mitte der Wunde, einige Zentimeter vom Wundrande entfernt. Man verwendet Novokainlösung II. Man sticht eine lange Hohlnadel an dem durch Quaddel markierten Punkt 1 ein, tief unter die Mitte der Wunde (nach Punkt 5), hierauf weiter nach links, wie der Pfeil zeigt, dann in der Richtung 1—3, immer tief unter die Wunde. Weiter in der Richtung 1—3 mehr

oberflächlich, endlich dicht unter der Haut, ebenfalls in der Richtung 1—3. Nun wiederum tief unter die Wunde nach rechts von Punkt 5, wie der Pfeil zeigt, und in der Richtung 1—4. Endlich ebenfalls in der Richtung 1—4, zuerst in mittlerer Tiefe, zuletzt dicht unter der Haut. Ganz dasselbe geschieht vom Punkt 2 aus. Das alles erfordert erheblich weniger Zeit als die Beschreibung. Das Operationsfeld ist nun von einer muldenförmigen, mit Kokainlösung imbibierten Gewebsschicht umgeben und wird nach einigen Minuten vollständig anästhetisch. Jetzt kann eine energische und gründliche Des-

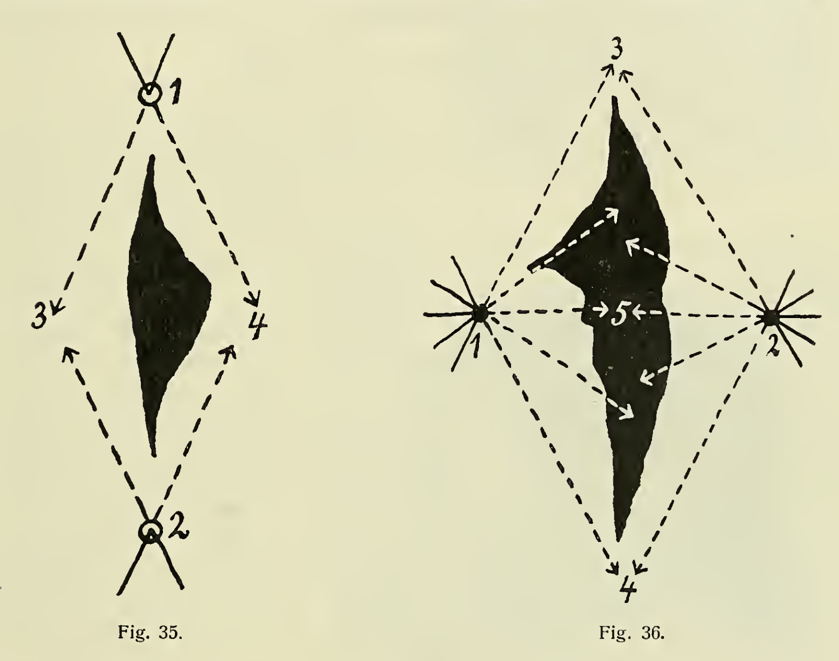


Fig. 35. Fig. 36.

infektion und die erforderliche Versorgung der Wunde vorgenommen werden. Große im Operationsfeld gelegene Nervenstämme, wie das namentlich bei Verletzten des Vorderarms in Frage kommt, müssen zu allererst aufgesucht und besonders anästhesiert werden.

Das eben beschriebene Injektionsverfahren ist vollkommen identisch mit der oben (S. 238) geschilderten Anästhesierung eines Knochens. Es ergibt sich daraus, daß oberflächlich gelegene, verletzte Knochen in das anästhetische Operationsfeld eingeschlossen werden können, zur Versorgung komplizierter Frakturen.

An Körperteilen mit einseitiger Innervation, z. B. am Vorderarm und Unterschenkel, wird bei querem Verlauf der Wunde infolge von

Durchschneidung der Nerven gewöhnlich der distale Wundrand durch die Verletzung selbst unempfindlich. Man kann sich daher in solchen Fällen auf die Infiltration einer proximal von der Wunde gelegenen Gewebsschicht, entsprechend einer Hälfte der Fig. 36, beschränken. Bezüglich weiterer Einzelheiten bei Verletzungen an einzelnen Körperteilen muß auf die speziellen Kapitel verwiesen werden.

---

11. Kapitel.

Operationen am Kopf.

Ein Blick auf die nebenstehende Fig. 37 zeigt, daß der behaarte Kopf und die Umgebung des Ohrs versorgt wird von sensiblen, teils dem Trigeminus, teils dem Plexus cervicalis entstammenden Nervenbahnen, welche sämtlich von unten her, von der Stirn, der Ohrgegend, vom Hinterhaupt her nach der Scheitelhöhe streben, um dort ihre Endausbreitung zu finden, auf langem Wege subkutan gelegen sind und ausgedehnte Gewebsbezirke innervieren. Und was das wichtigste ist, ihr Innervationsgebiet erstreckt sich nicht nur auf die Haut, sondern auch auf das Periost des Schädeldachs und den darunterliegenden Knochen. Wenn man also das subkutane Gewebe rings um den Kopf herum mit geeigneten Lösungen in einer Linie infiltrieren würde, welche oberhalb der Protuberantia occ. ext. beginnt, über dem Ohr vorbei und fingerbreit über den Augenbrauen und oberhalb des anderen Ohrs zum Ausgangspunkt zurückläuft, so müßte das ganze Schädeldach, so-



Fig. 37.
1 N. frontalis. 2. N. supraorbitalis. 3 N. zygomatico-temporalis (Trigeminus II). 4 N. auriculo-temporalis (Trigeminus III). 5 N. auricularis magnus. 6. N. occipitalis minor. 7 N. occipitalis major. 8 N. supra- und infratrochlearis. 9 N. infraorbitalis. 10 Ramus nasalis ext. Nervi ethmoidalis. 11 N. mentalis.

weit es von der gedachten Linie eingeschlossen ist, Weichteile ebenso wie Knochen, anästhetisch werden. Eine so ausgedehnte Anästhesierung würde sich allerdings wohl kaum mit einer zulässigen Dosis des Anästheticums ermöglichen lassen. Im übrigen aber ist der behaarte Kopf ein für die Anwendung der Lokalanästhesie ganz besonders geeignetes Gebiet, weil die subkutane Umspritzung eines Operationsfeldes stets zur Anästhesierung desselben genügt.



Fig. 38.

In einzelnen Fällen kann auch eine einseitige Unterbrechung der Innervation vorgenommen werden. Größere Teile der Stirn und des behaarten Kopfes werden unempfindlich, wenn 3—4 cg Kokain, bez. die doppelte Menge Novokain in Lösung II oder III in Form eines Streifens injiziert werden; der an einem Augenwinkel beginnt, längs des oberen Orbitalrandes und quer über die Nasenwurzel zum anderen Augenwinkel zieht. Die Injektion muß hier unter die Faszie des M. frontalis gemacht werden. Die Ausbreitung der Anästhesie 10 Minuten nach der Injektion (nach einem beim Gesunden vorgenommenen Versuch) zeigt Fig. 38.



Fig. 39.

Ebenso macht ein unter die Galea injizierter Streifen, der von einem Ohr im Bogen oberhalb der Protuberantia occipitalis ext. zum anderen Ohr verläuft, einen großen Teil des Hinterhaupts unempfindlich (Fig. 39). Es werden dabei ausgeschaltet Zweige des N. auricularis magnus, occipitalis major und minor. Das Verfahren kann gelegentlich bei Operationen, die nicht zu nahe an die variablen Grenzen der fraglichen Nervengebiete sich erstrecken, besonders im mittleren Teil der Stirn vorteilhaft Anwendung finden.

Die Anästhesie betrifft natürlich auch den Knochen. In den meisten Fällen aber ist die zirkuläre Umspritzung des Operationsfeldes sicherer, eben wegen der Variabilität in der Abgrenzung der einzelnen Nervengebiete gegeneinander. Zur Anästhesierung dient Novokainlösung II. Suprareninzusatz ist unentbehrlich, wenn man nicht den behaarten Kopf durch Umlegen eines dünnen Gummischlauchs um Stirn und Hinterhaupt abschnüren will (Corning, Matas).

1. Operationen am behaarten Kopf und der Stirn.

Versorgung von Verletzungen. Es soll eine 10 cm lange Weichteilwunde mit gequetschten und zerfetzten Rändern versorgt werden (Fig. 35, S. 245). Wir bedienen uns der Lösung II. Die Haare werden in der Umgebung der Wunde abgeschnitten. Bei 1 und 2 werden mit feinster Nadel zwei Quaddeln gebildet. Nun wird bei 1 eine lange Hohlnadel eingestochen und unter der Galea bis gegen 4 vorgeschoben. Während des Vorschiebens und Zurückziehens der Nadel werden mindestens 5 ccm Lösung subkutan injiziert. Weiter wird die Nadel von 1 gegen 3 und von 2 gegen 3 und 4 vorgeschoben und ebenfalls injiziert. Für eine Wunde von der angegebenen Größe wird man 20—30 ccm Lösung brauchen. Reicht die Länge der Hohlnadel nicht aus, so sind bei 3 und 4 ebenfalls Einstichpunkte durch Bildung von Hautquaddeln zu markieren. Es folgt Rasieren und Desinfizieren der Kopfhaut. Danach ist auch die Wunde nebst ihrer Umgebung gefühllos geworden, sie kann mit Haken auseinandergezogen und gereinigt werden, die Wundränder können abgetragen werden, es kann Naht oder Tamponade angelegt werden. Eine isolierte Infiltration der Haut ist niemals erforderlich. Fig. 40 zeigt die Injektionstechnik bei einer größeren Lappenwunde. Die Infiltration des Unterhautzellgewebes erfolgt in der Richtung der Pfeile von den Einstichpunkten 1, 2 und 3 aus, welche zuvor durch Bildung je einer Quaddel mit feinster Hohlnadel markiert worden sind. Fig. 41 endlich stellt eine Kopfwunde mit unterminierten Rändern vor; zum Zweck der Wundversorgung sollen die Hilfsschnitte a b, c d, e f gemacht werden. Die Infiltration geschieht von vier Einstichpunkten aus in der Richtung der Pfeile, so daß wiederum das ganze Operationsterrain von einem infiltrierten Wall umgeben ist.

Eine besondere Infiltration des Periosts ist hierbei ebensowenig nötig, wie diejenige der Haut. Das Periost und der unterliegende Knochen sind im umspritzten Operationsfeld gleichfalls gefühllos. Die

Versorgung einer komplizierten Fraktur des Schädeldachs kann deshalb mit Hilfe des eben geschilderten Verfahrens fast stets unter Lokalanästhesie ausgeführt werden. Viele derartige Verletzte sind freilich halb bewußtlos und so unruhig, daß aus diesem Grunde die Narkose erforderlich wird, andere sind wieder so benommen, daß sie keiner Anästhesierung bedürfen. In für die Lokalanästhesie geeigneten Fällen kann man sich leicht davon überzeugen, daß die Dura an der Konvexität des Schädels und das Gehirn eine Sensibilität für Schmerz oder Druck überhaupt nicht besitzen.

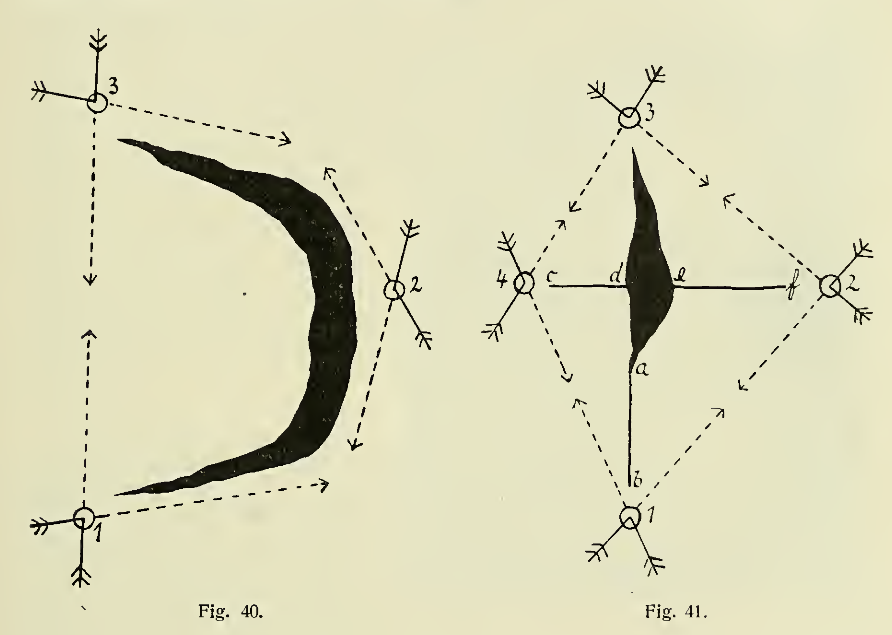


Fig. 40. Fig. 41.

Andere Operationen im Bereich des behaarten Kopfes und der Stirn lassen sich im subkutan umspritzten Operationsfeld gleichfalls schmerzlos ausführen, also z. B. die Spaltung umschriebener akuter und chronischer Abszesse, die Ausschabung und Thermokauterisierung tuberkulöser und luetischer Ulzerationen, auch wenn der Knochen ergriffen ist, die Exstirpation von Tumoren aller Art und Größe. Die häufigste Geschwulstexzision betrifft die Atherome. Sie können leicht mittels Schleichscher Injektionstechnik entfernt werden, aber die nicht selten recht schwierige Infiltration der Kopfschwarte kann unterbleiben, die subkutane Umspritzung mit Lösung I oder II erzeugt vollständige Anästhesie des Operationsfeldes. Von zwei zuvor durch Quaddeln markierten Einstichpunkten aus (Fig. 42, 1, 2) wird die

Lösung in Form des Hackenbruchschen Rhombus injiziert. Die Einstichpunkte müssen von den Endpunkten der beabsichtigten Schnittlinie a—b mindestens noch 1 cm weit entfernt sein. Nach einigen Minuten ist das Operationsfeld gefühllos. Für ein Atherom mittlerer Größe braucht man etwa 10—15 ccm der anästhesierenden Lösung. Bei größeren Tumoren sind mehr als zwei Einstichpunkte notwendig. Es mag noch erwähnt werden, daß infolge des mit den Nervenstämmen konformen Verlaufs der Blutgefäße die Operationsfelder bei Umspritzung mit Lösungen, welche Spuren von Suprarenin enthalten, auch blutleer werden, was bei vielen, sonst sehr blutigen Schädeloperationen ein außerordentlich großer Vorteil ist; ganz besonders nützlich erweist sich das Suprarenin bei der Exzision von Angiomen, wobei die sonst übliche provisorische Umstechung des Operationsterrains entbehrlich wird. 1—2 Tropfen Suprarenin, stark verdünnt, geben eine vollständig ausreichende Wirkung. Das Mittel kann deshalb auch bei kleinen Kindern ohne jede Sorge angewendet werden.



Fig. 42.

Die Insensibilität der Dura mater und des Gehirns ermöglicht die Ausdehnung der Lokalanästhesie auf größere Resektionen am Schädeldach. Ich schildere ein Beispiel dieser Art.

Es handelte sich um eine 66jährige Patientin mit einem ulzerierten flachen Karzinom auf dem linken Scheitelbein, welches ohne Erfolg mit Röntgenstrahlen behandelt worden war und schließlich den Knochen ergriffen hatte. Um dasselbe zu entfernen, war die Exzision einer Knochenscheibe von 7 1/2 cm Durchmesser notwendig. Fig. 43 zeigt die Kranke nach vollendeter Heilung. Sie war sehr verständig, aber sehr empfindlich; sie klagte lebhaft beim Rasieren und Abseifen der Kopfhaut. Zur Anästhesierung diente Lösung II. Mit der Pravazspritze und feinster Hohlnadel wurden die Einstichpunkte 1—6 durch Quaddeln markiert und unempfindlich gemacht. Mit 5-Grammspritze und stärkerer Hohlnadel wurde von jedem der Einstichpunkte aus die anästhesierende Lösung in der Richtung nach den benachbarten Einstichpunkten subkutan injiziert, so daß das Operationsfeld nunmehr von einem infiltrierten Wall umgeben war, der in Fig. 43 durch eine punktierte Linie angedeutet ist. Zwischen je zwei Einstichpunkten wurden 5 ccm injiziert, im ganzen also 30 ccm (0,06 Kokain mit 0,1 mg Suprarenin). 15 Minuten nach der Injektion erwies sich die Haut des Operationsfeldes unempfindlich gegen Nadelstiche. Es wurde nun ein den Tumor umkreisender Schnitt durch Haut und Periost geführt, das Periost eine kleine Strecke vom Knochen abgelöst. Mit der Fräse wurde ein Loch gebohrt und von ihm aus mit der Dahlgreenschen Schere der Knochen in der Richtung und Ausdehnung des Hautschnitts umschnitten, die Knochenscheibe von der ziemlich fest anhaftenden Dura abgehoben und samt dem Karzinom entfernt. Die Dura

schien gesund, die Diploe war an einigen Stellen am Schnittrand eitrig und karzinomatös infiltriert, weshalb dort der Knochen noch mit der Hohlmeißelzange entfernt wurde. Die Wunde wurde tamponiert und erst später durch Hautüberpflanzung geschlossen.

Diese Operation war von Anfang bis zu Ende vollständig gefühllos, auch die Dura perzipierte weder Schmerz noch Berührung. Bei Berührung der Haut außerhalb des Operationsfeldes mit der Nadelspitze klagte die Kranke sofort. Gegen Ende der Operation stellten sich mäßige Kopfschmerzen ein, während die Wunde gefühllos blieb. Der Suprareningehalt der anästhesierenden Lösung bedingte, daß diese sonst recht blutige Operation fast ohne Blutung vonstatten ging. Beim Durchtrennen der Weichteile bluteten lediglich drei oder vier größere Arterien und konnten umstochen werden, auch die parenchymatöse Blutung aus der Diploe war außerordentlich gering.



Fig. 43.

Im Jahre 1905 hatte ich wiederum Gelegenheit, eine derartige Schädelresektion unter Lokalanästhesie zu machen. Es handelte sich um die Rezidivoperation eines Glioms der motorischen Rindenregion. Der handtellergroße Hautknochenlappen, der bereits zwei Jahre vorher einmal umschnitten worden war, wurde in der angegebenen Weise umspritzt (35 ccm Lösung II). Sein Stiel lag dicht über dem Jochbogen, es mußte daher auch der M. temporalis infiltriert werden. Das Umschneiden und erneute Wiederaufklappen des Lappens, sowie die Entfernung des fast faustgroßen Gliomklumpens war absolut gefühllos. Ich konnte feststellen, daß die Dura mater gegen die Konvexität hin unempfindlich war, dicht über dem Jochbogen aber, gegen die Schädelbasis hin, beim Fassen mit der Pinzette und bei Zerrungen Schmerzen auslöste. (Vgl. S. 26.)

Wer die Wirkung minimaler Suprarenindosen bei derartigen Operationen einmal kennen gelernt hat, wird nicht zögern, das Mittel auch in Narkose anzuwenden. Es versteht sich ja ganz von selbst, daß eine Schädelresektion, welche stets den Eindruck des Gewaltsamen machen muß, nicht jedem Menschen ohne Narkose zugemutet werden

kann und darf. Es ist aber gut, wenn man weiß, daß und wie sie unter Lokalanästhesie gemacht werden kann.

Greift das Operationsfeld an Stellen über, wo dickere, Nervenbahnen enthaltende Weichteilschichten den Schädel bedecken (vorn der M. frontalis in der Nähe der Orbitalränder, seitlich der M. temporalis, hinten der M. occipitalis unterhalb der Austrittsstellen des N. occipitalis major und minor), so genügt nicht mehr die einfache subkutane Umspritzung zur Anästhesierung. Vielmehr müssen auch die tiefen Schichten infiltriert werden. Um also z. B. eine Dermoidzyste am oberen Orbitalrand zu exstirpieren, oder eine Operation an der Stirn auszuführen, deren Gebiet sich bis gegen den oberen Orbitalrand oder die Nasenwurzel erstreckt, muß der subkutanen Umspritzung eine sorgfältige Infiltration der subfaszialen Gewebe längs des einen oder beider Orbitalränder bzw. der Nasenwurzel vorausgeschickt werden. Es wurde bereits bemerkt, daß diese letztere Injektion meist schon allein zur Anästhesierung eines in der Nähe des oberen Orbitalrandes gelegenen Operationsfeldes genügt. Bei größerer Ausdehnung des Operationsfeldes nach oben ist aber die Umspritzung hinzuzufügen, um nicht nur eine sichere Anästhesierung, sondern zugleich auch die wertvolle Suprareninanämie des Operationsfeldes zu gewinnen. Es handelt sich z. B. um die Ausschneidung eines großen Hautknochenlappens aus der Stirn, mit Stiel an der Nasenwurzel, behufs totaler Rhinoplastik (Fig. 44). Man infiltriert vom Einstichpunkt 1 aus alles zwischen Haut und Knochen gelegene Gewebe an der Stelle, wo der Stiel liegen soll und in der Umgebung derselben mit Lösung II (10 ccm). Man infiltriert ferner von den Einstichpunkten 2 und 3 aus das subkutane Gewebe in der Richtung der punktierten Linie mit derselben Lösung (10—15 ccm). Man kann nach kurzer Wartezeit schmerzlos und fast ohne Blutung den Lappen umschneiden und mit einer abgemeißelten Knochenschicht von der Unterlage ablösen. Auch für alle übrigen Phasen der Rhinoplastik ist keine Narkose notwendig, wie ich in einem Fall feststellen konnte. Um den Lappen anfrischen und ihn und den Defekt an der Stirn von Granulationen befreien zu können, braucht man nur von neuem den Stiel zu infiltrieren und den Defekt zu um-

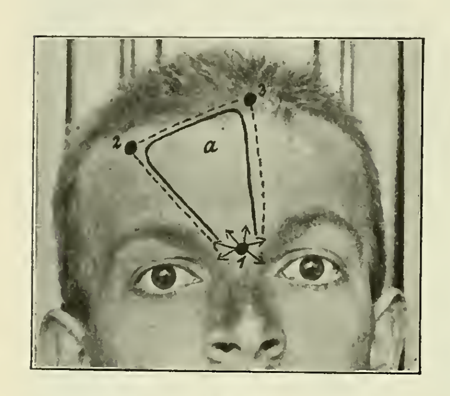


Fig. 44.

spritzen. Das Verfahren zur Entnahme großer Thierschscher Epithelstreifen ist im 16. Kapitel beschrieben. Die Anfrischung im Gesicht, an der Stelle der alten Nase, erfolgt nach Infiltration des subkutanen und submukösen Gewebes in der Umgebung der Apertura pyriformis, die Anästhesierung stehen gebliebener Teile der Nasenflügel erfolgt nach den auf den folgenden Seiten gegebenen Vorschriften.

Diffuse Phlegmonen am Schädel und der Stirn erfordern die Narkose.

2. Operationen am äußeren und inneren Ohr.

Keine Schwierigkeiten bietet die Anästhesierung der Ohrmuschel und des Gehörganges. Die Ohrmuschel wird innerviert vom N. auricularis magnus, dessen Fasern von unten und hinten her auf sie übertreten, und vom N. auriculo-temporalis von vorn her. Hierzu kommt noch der Ramus auricularis des N. vagus, der von unten, vor dem Proc. mastoideus in den Gehörgang und die Ohrmuschel eintritt. Er innerviert zum Teil den Gehörgang, von der Ohrmuschel die dem Gehörgang zunächst gelegene konkave Fläche. Endlich dringen die Rami auriculares anteriores des N. auriculo-temporalis von vorn her, hinter dem Halse des Gelenkfortsatzes des Unterkiefers, an der Grenze des knorpeligen und knöchernen Gehörganges in letzteren ein und innervieren ihn und das Trommelfell. Um eine, einen größeren Abschnitt der Ohrmuschel betreffende Operation auszuführen, wird am besten die ganze Ohrmuschel unempfindlich gemacht. Das geschieht in folgender Weise. Man markiert zwei Einstichpunkte durch Quaddeln, von denen der eine unter dem Lobulus auriculae, in der Furche zwischen Proc. mastoideus und dem Gelenkfortsatz des Unterkiefers, der andere dicht über dem oberen Ansatz der Ohrmuschel gelegen ist (Fig. 45, 1, 2). Von da aus injiziert man 10—15 ccm Lösung II subkutan rings um die Wurzel der Ohrmuschel, also zunächst vorn, in der Richtung der punktierten Linie, unmittelbar vor dem Tragus vorbei, dann hinter der Ohrmuschel, dicht an ihrem Ansatz, etwa in der Richtung der beiden Pfeile. Endlich wird vom Punkt 2 die Hohlnadel zwischen Processus mastoideus und Gelenkfortsatz des Unterkiefers, längs der unteren Wand des Gehörganges in die Tiefe geführt, um auch da noch einige Kubikzentimeter der gleichen Lösung zu injizieren. Nach einer kurzen Wartezeit wird die Ohrmuschel unempfindlich. Einzelne, passend gelegene Abschnitte der Ohrmuschel werden dann in ganzer Dicke unempfindlich, wenn sie durch einen mit anästhesierender Lösung infiltrierten Streifen in Form eines Segments

(Fig. 45, a b) oder Keils (Fig. 45, b c d) von der übrigen Ohrmuschel getrennt werden. Injiziert man also einige Kubikzentimeter Lösung II in der Richtung von a—b sowohl an der Vorderfläche als an der Hinterfläche der Ohrmuschel, so wird das durch die Linie a b abgesonderte Stück derselben unempfindlich. Man benutze die Pravazspritze und sehr feine Nadeln. An der Hinterfläche sei die Injektion rein subkutan, an der Vorderfläche sitzt die Haut so dicht auf dem Knorpel, daß man größtenteils eine fortlaufende Quaddelreihe machen muß.

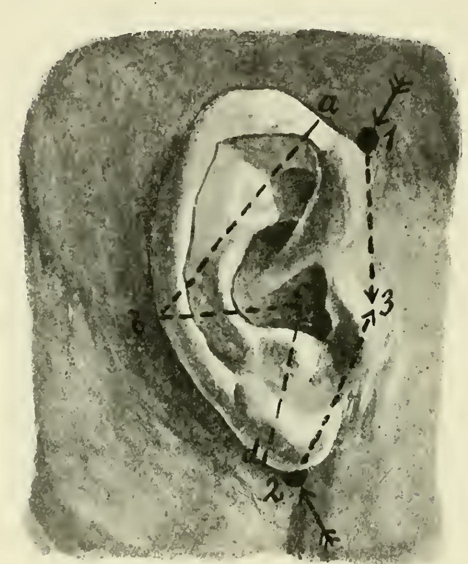


Fig. 45.

Seit der Einführung des Suprarenins haben sich erfreulicherweise die Otologen — an erster Stelle ist Neumann zu nennen — eingehender mit der Lokalanästhesie beschäftigt, so daß auch auf diesem Gebiet Fortschritte zu verzeichnen sind.

Vielfach ist schon in früherer Zeit versucht worden, die Kälteanästhesie bei Operationen am Trommelfell und im Gehörgang anzuwenden. Das Einblasen von Chloräthyl und Luft in den Gehörgang zu genanntem Zweck wurde neuerdings wieder von Schild empfohlen, ergibt aber nach Ansicht anderer Otologen (van Eyken) unsichere Erfolge. Einträufeln von Kokainlösung in den äußeren Gehörgang macht das Trommelfell nicht unempfindlich, weil das Mittel dessen Epidermisüberzug nicht zu durchdringen vermag. Besser wirkt hier eine Kombination von Kokain mit Karbolsäure. Hechinger empfiehlt folgende Zusammenstellung: Acid. carbol. liquefact. 0,5 — Kokain muriat., Menthol. aa 2,0 — Spirit. vini 10,0. Das Trommelfell wird durch Auftupfen, der Gehörgang durch Einlegen eines mit der Lösung durchtränkten Wattetampons unempfindlich. Parazentesen und Furunkelinzisionen sollen hierauf fast immer schmerzlos sich ausführen lassen. Die Kokainisierung der Schleimhaut der Paukenhöhle durch Oberflächenapplikation ist wegen der komplizierten Form der Höhle und der Schwierigkeit, das Anästheticum überall in wirksamen Kontakt mit der Schleim-

haut zu bringen, nicht immer von dem gewünschten Erfolg begleitet. Manche Ohrenärzte bedienen sich des Kokains in Substanz oder in konzentrierter Lösung zur Entfernung von Granulationen und Polypen, indem sie das Mittel entweder auf die Oberfläche dieser Gebilde bringen oder es in dieselben injizieren. Zu letzterem Zweck empfiehlt Frey 1—3% Kokainlösung oder 5% Tropakokainlösung.

Vollkommene Anästhesie des häutigen und knöchernen Gehörgangs wird durch subkutane Injektion von Kokain-Suprareninlösung dann erzielt, wenn auf die oben dargestellte Innervation des Operationsfeldes ausreichend Rücksicht genommen wird, wie dies zuerst van Eyken und Laval beschrieben haben. Ich habe mich schon, bevor ich Kenntnis von van Eykens Mitteilung hatte, dieses Verfahrens mit bestem Erfolge in folgender Weise bedient.

Man muß mittelst Pravazspritze und feinster Hohlnadel vom Punkt 2 aus Lösung III oder IV vor und hinter den häutigen Gehörgang zu bringen suchen. Man richtet also die Hohlnadel zunächst an der Vorderfläche des Proc. mastoideus vorbei tief gegen die Fissura tympano-mastoidea und entleert einen Teil der Lösung, dann mehr nach vorn in die Tiefe, gegen die Hinterfläche des Unterkiefergelenkfortsatzes. Man trifft so die den Gehörgang innervierenden Zweige des N. vagus und auriculo-temporalis.

Van Eyken und Laval empfehlen, die zweite Injektion bei weit geöffnetem Mund des Kranken vorzunehmen. Ein zweiter Einstichpunkt vor dem Tragus (Laval) ist nach meinen und van Eykens Beobachtungen nicht notwendig. Die Sensibilität des Trommelfells ist bei dieser Art der Injektion herabgesetzt, aber nicht aufgehoben (van Eyken, Laval). Hier setzen nun die Untersuchungen Neumanns ein. Dieser Autor wies darauf hin, daß eine anästhesierende Flüssigkeit, welche so injiziert wird, daß die obere Gehörgangswand sich von ihrer Unterlage abhebt, unter die Trommelhöhlenschleimhaut gelangen muß und auf diese Weise Anästhesie des Trommelfells und der Paukenhöhle zu erzielen ist. Neumanns Injektionstechnik (Lösung IV) ist folgende.

Die Punktionsnadel wird in die obere Wand des knorpeligen Gehörgangs, ½—1 cm vom Beginn des knöchernen Teils entfernt, eingestochen und bis unter das Periost vorgeschoben. Die Stelle der Injektion kann dadurch leicht gefunden werden, daß bei Hebung und Senkung der Ohrmuschel der bewegliche, knorpelig-membranöse Teil sich vom fixen, knöchernen durch eine Art Falte scharf abhebt, welche der Grenze des knorpelig-membranösen und des

knöchernen Teils entspricht. Ein weiterer Anhaltspunkt für die Grenze beider Gehörgangsabschnitte ist der matte Glanz des knorpeligen Teils im Gegensatz zu der glänzenden Oberfläche des knöchernen Teils. Nach Fixierung der Injektionsstelle wird die Nadel in schräger Richtung nach oben bis auf die obere knöcherne Gehörgangswand eingestochen und unter mäßigem Druck die anästhesierende Lösung injiziert. Wartezeit von 10 Minuten.

Das Verfahren wurde in Politzers Klinik mit völligem Erfolg zu intratympanalen Operationen, wie Hammer-Amboßextraktion, verwendet. Von Gompertz wurde es in ähnlicher Weise beschrieben und empfohlen.



Fig. 46.

Bei der Eröffnung des Warzenfortsatzes und den ihr folgenden Operationen im inneren Ohr ist zu beachten, daß die Schleimhaut des inneren Ohrs vom N. glossopharyngeus innerviert wird, und daß die Wirkung des unter die Gehörgangswand injizierten Anästheticums sich höchstens bis in die Paukenhöhle erstrecken kann. Es ist deshalb vollständige Anästhesie bei diesen Eingriffen nicht zu erwarten, wenn man sich darauf beschränkt, die Weichteile unempfindlich zu machen, welche den Warzenfortsatz bedecken. Ein Einfluß auf die tiefer gelegenen Teile ist nur möglich, wenn man sich der weitreichenden, auch den Knochen durchdringenden Diffusionswirkungen der Lösung III oder IV bedient.

Die Eröffnung des Warzenfortsatzes bei akuter Mastoiditis wurde von Reclus und Schleich, ferner von Scheibe, Thies, Alexander beschrieben. Das sicherste Verfahren ist jedoch das von Neumann angegebene, welches dann völlige Anästhesie bewirkt, wenn kein äußerer Abszeß vorhanden ist. Man injiziert von den drei Einstichpunkten 1, 2, 3 der Fig. 46 Lösung IV unter das Periost des Warzenfortsatzes und des unteren Teils der Schläfenschuppe, sowie subkutan unter die Haut in der Richtung der beabsichtigten Schnittlinie. Von zwei weiteren, bei 4 und 5 am Ansatz der Ohrmuschel gelegenen Einstichpunkten injiziert man die gleiche Lösung, indem man die Hohlnadel parallel der hinteren Gehörgangswand vorschiebt, an

die Vorderfläche des Warzenfortsatzes. Neumann braucht 5—6 ccm der Lösung IV oder von einer etwas mehr verdünnten Lösung entsprechend mehr und wartet zehn Minuten bis zu Beginn der Operation. Wenn ein Abszeß den Warzenfortsatz bedeckt, so ist am besten Narkose anzuwenden.

Über 11 Fälle von Radikaloperationen unter Schleichscher Infiltrationsanästhesie berichtet Alexander. Nach Eröffnung des Knochens und im weiteren Verlaufe der Operation wurden die Schleimhaut und die Granulationen der Warzenfortsatzstellen und des Antrums infiltriert. Daß dies technisch möglich ist, muß ich bezweifeln. Ich bin vielmehr der Ansicht, daß mit Hilfe der Schleichschen Infiltrationsanästhesie lediglich eine Anästhesierung der den Warzenfortsatz bedeckenden Weichteile, und auch das nicht immer vollständig, zu erreichen ist. Bessere Resultate ergibt nach Neumann die Kombination der für die Anästhesierung der Paukenhöhle und für die Eröffnung des Warzenfortsatzes erforderlichen oben beschriebenen Injektionen von Lösung IV. Nachdem also die Injektion unter das Periost und an die Vorderfläche des Warzenfortsatzes gemacht ist, injiziert Neumann 4 ccm der anästhesierenden Lösung am Übergang des knorpeligen in den knöchernen Gehörgang von der Innenfläche her unter die Gehörgangswand. Voraussetzung ist, daß letztere nicht durch Eiter abgehoben ist. Neumann braucht 7—8 ccm 1% Kokainlösung mit 15 Tropfen Adrenalin und 5—6 ccm physiologische Kochsalzlösung, also kurz gesagt, ungefähr 14—16 ccm Lösung III, eine Dosis, die ich für zu hoch halte, solange man das Kokain nicht durch Novokain ersetzt. In den Krankengeschichten Neumanns finden sich wiederholt Nebenwirkungen verzeichnet, außerdem ist die örtliche Anästhesie bei den Radikaloperationen nicht immer vollkommen gewesen. Zieht man weiter in Betracht, daß langdauernde Meißeloperationen am Schädel aus psychischen Gründen nicht jedem zugemutet werden können, so glaube ich, daß die Radikaloperationen bis auf weiteres nur ausnahmsweise ohne Narkose gemacht werden sollen. Wir müssen aber Neumann dankbar sein, daß er einmal zielbewußt an die Sache herangegangen ist. Vielleicht bringt die Zukunft noch weitere Fortschritte.

Literatur: Alexander, Über die operative Eröffnung des Warzenfortsatzes in Schleichscher Lokalanästhesie. Wiener klinische Wochenschrift. 1901. Nr. 33; Zur Frage der Ausführung der Radikaloperation mit Schleichscher Infiltrationsanästhesie. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 57, Heft 1, 2 (1902). — Behrens, Aufmeißelung des Proc. mastoideus unter Lokalanästhesie. Zeitschrift für Ohrenheilkunde. Bd. 39, S. 390. — von Eicken, Lokalanästhesie

des äußeren Gehörganges. Bericht über die 13. Versammlung der deutschen otologischen Gesellschaft. Berlin 1904. — Frey, Die Lokalanästhesie bei Eingriffen am Gehörorgan. Internationales Zentralblatt für Ohrenheilkunde. 1903. Nr. 6 (Sammelreferat); Technik der Lokalanästhesie bei Extraktion von Ohrpolypen. Wiener klinische Rundschau. 1902. Nr. 25. — Gomperz, Lokalanästhesie bei Hammer- und Amboßextraktion. Zentralblatt für Ohrenheilkunde. 1904. S. 119. — Haug, Über die lokalanästhesierend wirkenden Mittel bei Eingriffen am Trommelfell und Gehörgang. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 55, S. 49. — Hechinger, Lokalanästhesie in der Ohrenheilkunde. Deutsche medizinische Wochenschrift. 1906. Nr. 13. — Kirchner, Kokainanästhesie bei Operationen am Trommelfell. Deutsche medizinische Wochenschrift. 1885. Nr. 4. — Laval, Zur regionären Anästhesie des äußeren Gehörgangs. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 64, Heft 2, 3. — Neumann, Über eingreifende Operationen in Lokalanästhesie. Wiener klinische Wochenschrift. 1904. Nr. 41. — Neumann, Technik und Indikationen der Hammer- und Amboßextraktion. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 64, S. 167. — Neumann, Über Lokalanästhesie in der Otochirurgie. Deutsche medizinische Wochenschrift. 1906. Nr. 15. — Neumann, Antrotomien und Radikaloperationen in Lokalanästhesie. Zeitschrift für Ohrenheilkunde. Bd. 51 (1906), S. 178. — Scheibe und Thies, Infiltrationsanästhesie bei Aufmeißelung des Warzenfortsatzes. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. 41, S. 72. — Schild, Lokalanästhesie des äußeren Gehörganges und Trommelfells. Journal of Amer. medical Association. 8. VII. 1905.

3. Operationen im Gesicht.

Fast alle, auf ein einigermaßen begrenztes Gebiet beschränkten Operationen an den Weichteilen und oberflächlichen Knochen des Gesichts sind der Lokalanästhesie gut zugänglich. Vorzugsweise in Betracht kommt die chirurgische Behandlung des Lupus durch Exzision, Ausschabung und Kauterisation, die Exstirpation von Epitheliomen und anderen Tumoren, falls ausgedehntere Knochenoperationen und Drüsenausräumung nicht erforderlich sind, plastische Operationen, die Inzision umschriebener akuter Eiterungen, also besonders der Furunkel an den Lippen und ihrer Umgebung, endlich die Versorgung von Verletzungen. Als allgemeine Regel ist zu beachten, daß die einfache subkutane Umspritzung im Gesicht nicht zur Anästhesierung des Operationsfeldes genügt, wenn die Austrittsstellen sensibler Nerven mitten in das Operationsfeld fallen. In diesen Fällen ist dann entweder bei oberflächlichen Operationen die Infiltration des ganzen Unterhautzellgewebes des Operationsfeldes erforderlich, oder die Gegend der Austrittsstelle des betreffenden Nerven muß in der Tiefe selbst infiltriert werden, um sein ganzes Innervationsgebiet unempfindlich zu machen. Die zu beachtenden Austrittsstellen von Nerven sind diejenigen des N. infraorbitalis, des N. supra- und infratrochlearis, des Ramus nasalis des N. ethmoidalis, der an der Grenze von knöcherner

und knorpeliger Nase an die Oberfläche tritt, des N. mentalis (Fig. 37, S. 246).

Sehr einfach gestaltet sich die Anästhesierung der Augenlider. Man wählt für das obere Augenlid einen Einstichpunkt, der in der Mitte des oberen Orbitalrandes gelegen ist (Fig. 47a) und injiziert mit feinster Hohlnadel $^1/_2$—1 ccm Lösung III oder IV in einem Streifen unter die Haut dicht am knöchernen Orbitalrande, der sich von einem bis zum anderen Augenwinkel erstreckt. Nach kurzer Zeit wird das ganze Augenlid, einschließlich der Bindehaut unempfindlich. In ganz entsprechender Weise wird die Anästhesierung des unteren Augenlids bewerkstelligt. Reicht das Operationsfeld nach unten oder oben über die Augenlider hinaus, so folgt Infiltration des Unterhautzellgewebes in der Ausdehnung des Operationsfeldes mit Lösung II von zweckmäßig ausgewählten Einstichpunkten aus; nötigenfalls tiefe Infiltration, welche zuerst vorzunehmen ist, der Umgebung der Austrittsstellen des N. supraorbitalis oder infraorbitalis mit Lösung II. Die Spaltung einer Tränensackeiterung wird unempfindlich, wenn man einige Zeit zuvor unter die Haut in die Umgebung des inneren Augenwinkels Lösung III injiziert. Über weitere Augenoperationen siehe den 4. Abschnitt dieses Kapitels.

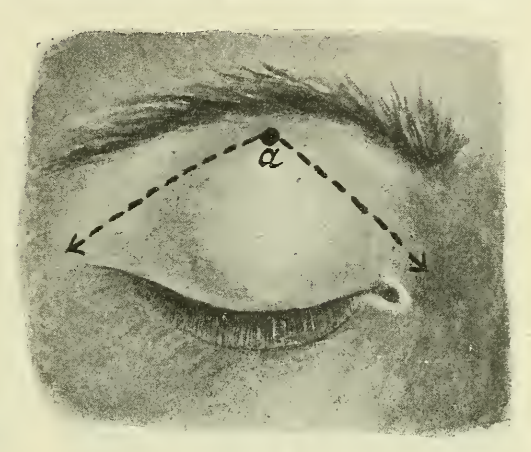


Fig. 47.

Die Anästhesierung lupöser Hautteile an der Oberlippe und den Wangen geschieht durch flächenhafte Infiltration des Unterhautzellgewebes in allseitig das Operationsfeld etwas überschreitender Ausdehnung mit Novokainlösung II, worauf die erkrankte Haut in ganzer Ausdehnung unempfindlich wird. Ebenso werden oberflächliche Tumoren und zum Zweck einer Plastik zu umschneidende und abzulösende Hautlappen nicht nur, wie am behaarten Kopf umspritzt, sondern mit Lösung I unterspritzt. Es soll z. B. ein Kankroid unterhalb des rechten Auges exzidiert und der Defekt durch einen gestielten Lappen aus der Schläfe gedeckt werden. In Fig. 48 ist der nach Exstirpation des das Kankroid enthaltenden Hautstücks entstandene Defekt schraf-

fiert, der zu umschneidende Lappen ist mit b bezeichnet. Man markiert bei a einen Einstichpunkt und infiltriert von da aus das ganze unter dem zu entfernenden Hautstück und unter dem Lappen gelegene Unterhautzellgewebe mit Novokainlösung II, geht auch ringsherum noch 1 cm weit über dieses Operationsfeld mit der Infiltration hinaus. 5 Minuten später kann die Operation ohne weitere Unterbrechung ausgeführt werden. Ich verbrauchte in dem hier als Paradigma dienenden Fall 30 ccm der anästhesierenden Lösung. Ist nur ein Hilfsschnitt auszuführen, so wird das subkutane Gewebe lediglich in der Linie dieses Schnitts infiltriert. Erstreckt sich jedoch das Operationsfeld an der Vorderfläche des Oberkiefers in die Tiefe, so ist der subkutanen Injektion eine tiefe Infiltration der Gewebe mit Lösung II an der Vorderfläche des Oberkiefers, in der Umgebung des Foramen infraorbitale vorauszuschicken; die Anästhesie betrifft dann auch das Periost und die Vorderwand des Oberkiefers. Erwartet man, mit der Schnittführung bis an das Foramen und den Nerven selbst zu gelangen, so legt man den Nerven nach der gewöhnlichen Anästhesierung zuerst frei, prüft, ob er unempfindlich ist und hilft nötigenfalls mit der Injektion einiger Tropfen von Lösung III in den Nervenstamm und in das Foramen infraorbitale nach.

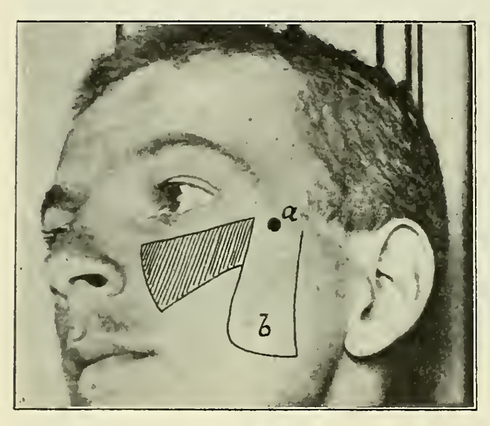
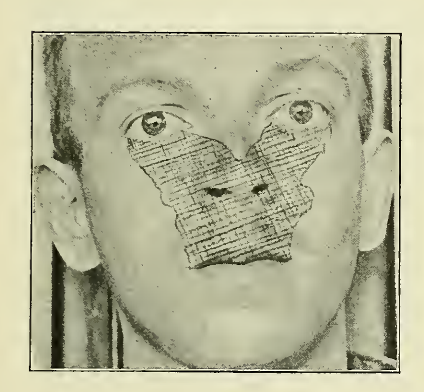


Fig. 48.

Sehr leicht und sicher kann man aber auch von vornherein auf eine Leitungsunterbrechung der vorderen Verzweigungen des N. infraorbitalis rechnen, wenn man in folgender Weise verfährt.

Man sticht eine sehr feine Hohlnadel in die Gegend des Foramen infraorbitale durch die Wangenhaut, schiebt die Nadel vorsichtig bis auf den Knochen vor und injiziert, vorsichtig hin- und hertastend, in die Umgebung des Foramen dicht am Knochen tropfenweise Lösung IV, bis das Vorschieben der Nadel bis auf den Knochen keinerlei Schmerz mehr verursacht. Nun ist es leicht, das Foramen infraorbitale mit der Nadelspitze zu finden, und vorsichtig injizierend, die Hohlnadel bis in die Orbita zu schieben. Es läßt sich das bei geschickter Ausführung fast ohne Schmerz für den Kranken machen. Es tritt nun nach Injektion von 1—2 ccm Lösung IV sofort eine Leitungsunterbrechung

der vorderen Zweige des N. infraorbitalis ein, leider nur selten auch der hinteren Zweige. Die Anästhesie betrifft das untere Augenlid, die Hälfte der Oberlippe, den größten Teil des Nasenflügels (Haut und Schleimhaut), einen Teil der Wangenhaut und Wangenschleimhaut, die labiale Schleimhautbedeckung des oberen Alveolarfortsatzes, dessen Periost, die Zahnpulpen, mit Ausnahme derjenigen der Molaren, und die die Rückseite der vorderen Oberkieferwand bedeckende Schleimhaut der Highmorshöhle. Bei doppelseitiger Ausführung der Injektion hat die Anästhesie der Haut ungefähr die in Fig. 49 bezeichnete Ausdehnung. Die Methode ist brauchbar für alle Operationen an der Oberlippe, den Nasenflügeln, am häutigen Nasenseptum, an den der Nase benachbarten Teilen der Wange, an der Vorderfläche des oberen



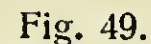


Fig. 49.



Fig. 50.

Alveolarfortsatzes und Oberkiefers (Empyem der Highmorshöhle, Zahnabszesse u. dgl.).

An den Nasenflügeln und der Nasenspitze ist eine Infiltration sehr schwierig, wenn nicht unmöglich. Deshalb anästhesiert man lieber die ganze Nase, wenn sie von der Erkrankung mit ergriffen ist.

Die Anästhesierung der Nasenspitze, der Nasenflügel und des Frenulums wird in folgender Weise vorgenommen. Man braucht etwa 10—15 ccm Lösung II. Man markiert drei Einstichpunkte durch Quaddeln (Fig. 50, 1, 2, 3). Punkt 1 und 2 liegen an der Oberlippe, dicht unter dem Ansatz der Nasenflügel, Punkt 3 liegt in der Mitte des Nasenrückens an der Grenze des knöchernen und knorpeligen Nasengerüstes. Man sticht nun die Hohlnadel bei 1 in die mit der linken Hand von der Unterlage abgehobene Oberlippe ein, führt sie unter dem Ansatz des Nasenflügels infiltrierend in die Höhe, bis an

den knöchernen Rand der Apertura pyriformis, in der Richtung des Pfeils. Hierauf führt man die Nadel von Punkt 3 unter der Haut längs der Grenze der knöchernen und knorpeligen Nase infiltrierend bis zu dem Punkt, den man bei der ersten Injektion erreicht hatte. Das gleiche macht man auf der anderen Seite von Punkt 2 und 3 aus. Schließlich infiltriert man von Punkt 1 und 2 aus die Oberlippe unter dem Ansatz des Frenulums. Jetzt werden die Nasenspitze, die Nasenflügel, einschließlich ihrer Knorpel und Schleimhaut, und das Frenulum unempfindlich. Das Verfahren gibt u. a. bei chirurgischer Behandlung des Rhinophyma vorzügliche Resultate, zumal wegen der gleichzeitigen Verminderung der Blutung.

Das anästhetische Terrain kann nach Bedarf gegen die Wangen, gegen den Nasenrücken und die Oberlippe hin vergrößert werden, mittels Infiltration des Unterhautzellgewebes im Bereich des ganzen Operationsfeldes (Lösung I), wenn dasselbe oberflächlich ist; durch Injektion von Lösung IV in das Foramen infraorbitale, wenn es an der Wange in die Tiefe sich erstreckt. An der Nasenscheidewand kann die anästhetische Zone durch submuköse Injektion (Lösung II), an der übrigen Nasenschleimhaut durch Oberflächenapplikation (s. u.) konzentrierter Kokainlösung vergrößert werden.

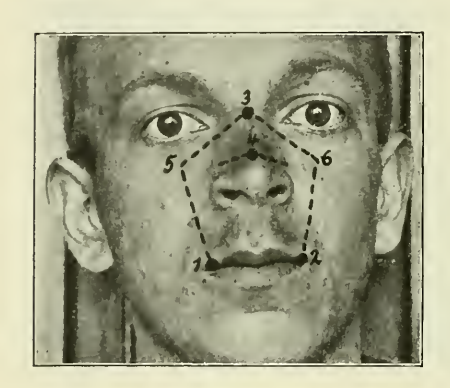


Fig. 51.

Ein weiteres gutes, ein sehr großes anästhetisches und anämisches Feld schaffendes Verfahren ist folgendes (Fig. 51). Lösung II, vier Einstichpunkte. 1 und 2 liegen an den Mundwinkeln, drei in der Mitte des Nasenrückens, 4 ebenfalls in der Medianlinie der Nase, an der Grenze der knöchernen und knorpeligen Nase. Man führt einen Finger der linken Hand in den Mund des Patienten ein unter die Oberlippe, in der Richtung des Foramen infraorbitale dextr. und hebt Mundwinkel und Wange vom Oberkiefer ab. Man sticht bei 1 eine lange Nadel ein und schiebt sie infiltrierend zuerst *unter der Schleimhaut* der Oberlippe und Wange, dann *an der Vorderfläche* des Oberkiefers, in der Richtung der punktierten Linie, bis gegen das Foramen infraorbitale (bei Punkt 5) vor. Man zieht die Nadel zurück und schiebt sie noch einmal in derselben Richtung und bis zu demselben Punkt, aber *unter der Haut* der Oberlippe und Wange infiltrierend vor.

Weiter infiltriert man von Punkt 3 das Unterhautzellgewebe in der Richtung von 3 bis 5 und verfährt ganz ebenso auf der linken Seite. Schließlich infiltriert man von Punkt 4 aus das Unterhautzellgewebe in der Richtung der punktierten Linie, an der Grenze der knöchernen und knorpeligen Nase. Dieser letzte von Punkt 4 ausgehende Injektionsstreifen ist notwendig wegen des N. ethmoidalis. Es wird nun der ganze, von der Linie 1—6 eingeschlossene Bezirk anästhetisch. Das anästhetische Feld kann aber leicht noch größer gemacht werden, wenn man die Punkte 5 und 6 weiter nach außen, gegen das Jochbein hin, legt und den Infiltrationsstreifen 3—5 und 3—6 im Bogen längs des unteren Orbitalrandes und fingerbreit von demselben entfernt verlaufen läßt. Die tiefe Infiltration an der Vorderfläche des Oberkiefers ist hierbei das wichtigste.

Sie kann ersetzt werden durch primäre isolierte Anästhesierung des N. infraorbitalis in der S. 260 beschriebenen Weise. Die Umspritzung des Operationsfeldes wird aber auch dann am besten hinzugefügt, weil das Innervationsgebiet des N. infraorbitalis nach der Seite sehr wechselnde Grenzen hat. Jedenfalls sind die von Punkt 1 und 4 beschriebenen Injektionen nötig, auch bei völliger Leitungsunterbrechung beider N. infraorbitales.

Fast alle Operationen an der äußeren Nase, einschließlich der Nasenplastik, auch der totalen, sind in sämtlichen Phasen sehr leicht und bei minimaler Blutung unter Lokalanästhesie ausführbar, meistens viel bequemer als in Narkose.

Es ist auch sehr einfach, mittels der S. 237 angegebenen Prinzipien das Jochbein, den Jochbogen, die Ränder der Orbita, die äußere Wand derselben mit den diese Knochenteile umgebenden und bedeckenden Weichteilen unempfindlich zu machen. Größere Resektionen an den Gesichtsknochen freilich machen eine zentrale Anäthesierung der Trigeminusäste an der Schädelbasis notwendig. Einen Versuch in dieser Richtung hat Matas gemacht. Er führte eine doppelseitige Resektion des Oberkiefers mit dem ganzen harten Gaumen folgendermaßen aus.

Jederseits wurde eine lange Hohlnadel durch die Fissura sphenomaxillaris in die Fossa spheno-palatina eingeführt. Jederseits wurden 3 ccm 0,2 % Kokainlösung mit 1½ ccm 1 % Kokainlösung injiziert, um eine Unterbrechung des N. infraorbitalis zu bewirken. Nach fünf Minuten war dann die Haut der Wangen, der Oberlippe und der Nasenflügel anästhetisch geworden. Das Septum narium und der Gaumen wurde direkt mit Schleichscher Lösung infiltriert. Bei der nun ausgeführten Operation war nur die Durchschneidung des Vomer schmerzhaft.

Es sind weitere Versuche nötig, um festzustellen, ob diese Anästhesierung des N. infraorbitalis hinter der Orbita genügend sicher ist. Dasselbe gilt von den Injektionen, welche Ostwalt*) zur Behandlung von Trigeminusneuralgien an das Foramen ovale und rotundum vom Mund aus beschrieben hat.

Will man die Oberlippe allein anästhetisch haben, wie es sich z. B. bei der Behandlung von Furunkeln dieser Gegend nötig macht, so markiert man (Fig. 52) die 4 Einstichpunkte 1, 2, 3, 4 und infiltriert die Lippe unter Leitung des in den Mund eingeführten Zeigefingers der linken Hand in der Richtung von 1—3, von 2—4, von 3—4, submukös und subkutan. Lösung I oder besser Lösung II ist zu verwenden. Ein größeres Operationsfeld wird gewonnen, wenn die oberen Einstichpunkte nicht nach 3, 4, sondern nach Punkt 5, 6 gelegt werden. Eine nicht seltene Aufgabe der



Fig. 52.

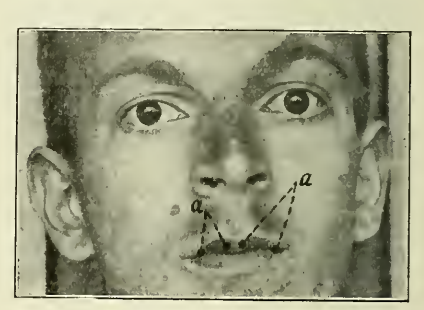


Fig. 53.

kleinen Chirurgie ist die Spaltung einer Eiterung, die sich von der Oberlippe gegen die Wange hin erstreckt. Hier ist die Anästhesierung des N. infraorbitalis, nötigenfalls mit seitlicher Umspritzung des Operationsfeldes in der Wangengegend, das beste Verfahren.

Kleinere Teile der Oberlippe und angrenzenden Wange macht man mittels der im Prinzip zuerst von Hackenbruch angegebenen keilförmigen Injektion unempfindlich (Fig. 53). Man braucht Novokainlösung II und markiert mitten im Lippenrot zwei an der Grenze des Operationsfeldes gelegene Einstichpunkte. Von jedem dieser Einstichpunkte schiebt man unter Leitung des in den Mund eingeführten Fingers, erst submukös, dann subkutan, die Hohlnadel infiltrierend bis zu einem oberhalb des Operationsfeldes gelegenen Punkt a vor. Hackenbruch

*) Berliner klin. Wochenschrift. 1906. Nr. 1.

benutzte diesen Punkt als Einstich und injizierte gabelförmig gegen das Lippenrot. An der Oberlippe ist die Injektion von unten nach oben bequemer. Die von Hackenbruch zugefügte besondere Anästhesierung der Schleimhaut der Lippe durch Oberflächenapplikation von Kokain ist überflüssig. Das von dem Injektionsstreifen eingeschlossene Stück der Lippe wird in ganzer Dicke unempfindlich.

Für die Hasenschartenoperation bei Säuglingen bedarf man an sich keines Anästhesierungsverfahrens. Ich empfehle jedoch, stets die Spaltränder mit einigen Kubikzentimetern Lösung I zu infiltrieren, indem man die Hohlnadel am Lippenrot mitten in die Lippensubstanz einsticht und längs des Spaltes bis zum Nasenansatz vorschiebt. Ebenso ist die Vorderfläche des Oberkiefers der lateralen Seite zu infiltrieren, wenn man die Lippe mobilisieren muß. Man braucht dazu im ganzen nicht mehr als 5 ccm Lösung. Nach einigen Minuten sieht man die Lippe zwar nicht blutleer, aber doch blaß werden, und man kann die Operation fast ohne Blutverlust vollenden. Natürlich sind die Lippen auch gefühllos, die Kinder bewegen sich nicht und schlafen während der Operation. Die Versorgung von Verletzungen in dieser Gegend bedarf keiner besonderen Besprechung.

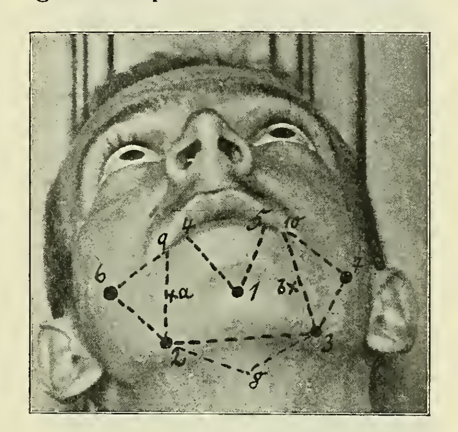


Fig. 54.

Sehr einfach und sicher gelingt die Anästhesierung der Unterlippe, sei es, um Karzinome zu exstirpieren, sei es einen Furunkel zu inzidieren oder Verletzungen zu versorgen. Von den Karzinomen eignen sich im allgemeinen diejenigen für die Lokalanästhesie, bei denen eine Ausräumung der regionären Drüsen nicht für notwendig gehalten wird. Die Größe des Tumors spielt keine Rolle. Für die meisten Operationen genügt die keilförmige Injektion, analog derjenigen an der Oberlippe (Fig. 54). Man macht also bei 1 eine Quaddel in die Haut, sticht daselbst die Hohlnadel unter Leitung des in das Vestibulum oris eingeführten Fingers, wie Fig. 55 zeigt, bis unter die Schleimhaut und schiebt sie infiltrierend bis zum Punkt 4 vor. Dann zieht man sie zurück und schiebt sie, subkutan infiltrierend, ebenfalls bis zum Punkt 4 vor. In gleicher Weise wird der Streifen 1 bis 5 infiltriert. Zur Verwendung kommt Novokainlösung II, von

der bei einem Keil von der auf Fig. 53. abgebildeten Größe 10 bis 15 ccm verbraucht werden. Das ganze, von der Linie 1—4—5 eingeschlossene Lippenstück wird unempfindlich. Bei Karzinomen und Furunkeln muß der Injektionsstreifen reichlich entfernt vom Krankheitsherd sein, die Punkte 4 und 5 fallen gewöhnlich in die Mundwinkel. Die zur Keilexzision beim Karzinom auszuführenden Schnitte sollen also nicht mit der Injektionslinie 1—4—5 zusammenfallen, sondern innerhalb des Dreiecks liegen. So wird eine Infiltration erkrankter Gewebe sicher vermieden. Soll ein größerer Teil der Unterlippe oder die ganze Unterlippe nebst der benachbarten Kinnhaut unempfindlich werden, so legt man zwei Einstichpunkte etwa nach 2 und 3 (Fig. 54) und infiltriert die Gewebe in einem Streifen, der der Linie 9—2—3—10 entspricht. Wo die Weichteile dem Unterkiefer aufliegen, injiziert man zuerst tief auf das Periost, dann dicht unter der Haut, an der Unterlippe erfolgt die Injektion in der vorhin geschilderten Weise unter Leitung des im Munde liegenden Fingers. Injiziert wird Novokainlösung II. Aber damit wird noch keine Anästhesie erreicht. Hierzu ist es nötig, daß man von einem der Einstichpunkte aus in die Umgebung des bei a und b gelegenen Foramen mentale einige Kubikzentimeter Lösung II injiziert. Nunmehr wird das ganze Operationsfeld einschließlich des unterliegenden Knochens unempfindlich.



Fig. 55.

In Fig. 54 ist weiter angegeben, wie sich das anästhetische Feld nach der Wange und submentalen Region vergrößern läßt, wenn bei 6 und 7 neue Einstichpunkte markiert werden. Man kann dann ein Feld von der Ausdehnung 9—6—2—8—3—7—10, oder auch nur Teile davon umspritzen. Die Injektion von 2 nach 6 wird wie an der Unterlippe ausgeführt, die von 6 nach 9 wie oben für die Wange beschrieben. Stets ist die Austrittsstelle eines oder beider N. N. mentales besonders mit Lösung II zu behandeln, wenn sie in das Operationsfeld fällt. Der Injektionsstreifen 6—9 kann für sich allein zur Ausführung einer Voroperation, der queren Wangenspaltung, dienen, wobei die Schnittlinie in die Zone der Gewebsinfiltration fällt, da es sich eben darum handelt, allein diese Schnittlinie zu anästhesieren. Nach den Wangen und nach dem Hals zu

kann das anästhetische Feld fast in beliebiger Ausdehnung und Form, je nach Bedürfnis, vergrößert werden. Ausgedehnte Lippenplastiken können auf diese Weise unter Lokalanästhesie sehr leicht und bequem ausgeführt werden. Hiervon ein Beispiel:

Es handelte sich um einen 82jährigen, sehr rüstigen Mann mit einem großen ulzerierten Unterlippenkarzinom. Drüsenschwellungen waren nicht nachweisbar. Es bestand die Aufgabe (Fig. 56), einen Defekt zu setzen, der in der Abbildung schwarz ist, also fast die ganze Unterlippe, einen Teil der Kinnhaut, ein Stück der Oberlippe und Wange umfaßt, und diesen Defekt durch einen Jäscheschen, aus der Wange geschnittenen, vom Unterkiefer abzulösenden, seinen Stiel am Hals besitzenden Lappen zu decken. Der Operationsplan wurde genau fixiert, die Schnitte mit Blaustift vorgezeichnet. Bei 1, 4 und 5 wurden drei Einstichpunkte durch Quaddeln markiert. Die Injektion geschah folgendermaßen: Vom Punkt 1 wurden 5 ccm Lösung II in der Richtung nach 7 in die Umgebung der Austrittsstelle des rechten N. mentalis unter die Haut injiziert. Ferner wurden 30 ccm Lösung I wie folgt injiziert: 5 ccm von 1 nach 2, submukös und subkutan, unter Leitung des im Mund liegenden Fingers. 5 ccm von 1 nach 3 unter die Halshaut. Je 5 ccm von Punkt 4 in der Richtung der beiden Pfeile unter den Stiel des Lappens subkutan. Je 5 ccm von 5 nach 4 und von 5 nach dem in der Oberlippe gelegenen Punkt 6, überall in einer tiefen und einer oberflächlichen Schicht unter Leitung des im Mund liegenden Fingers. Diese Injektion ist, wenn man einmal das Prinzip erfaßt hat, sehr einfach und schnell, viel schneller wie ihre Beschreibung, ausführbar. Nach 5 Minuten erwies sich das Operationsfeld unempfindlich. Die $1^1/_2$ stündige Operation war völlig schmerzlos und ganz ohne Blutverlust ausführbar

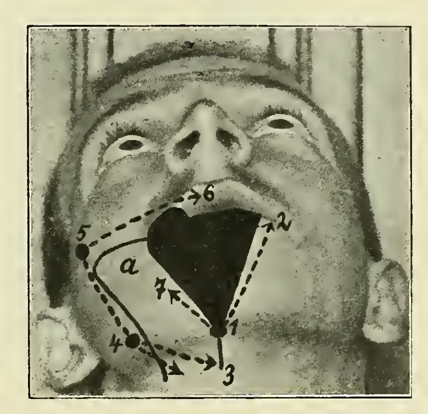


Fig. 56.

Nach den hier angegebenen, sämtlich praktisch erprobten Vorschriften wird man der in jedem Fall je nach Lage des Operationsfeldes wechselnden Aufgabe, dasselbe anästhetisch zu machen, leicht gerecht werden können. Besonders bei diesen Gesichtsoperationen, wo Kompressionsverbände nicht anzulegen sind, ist auf das strengste darauf zu achten, daß nicht konzentriertere Suprareninlösungen, wie hier angegeben, zur Verwendung kommen, und jeder Blutpunkt auf der Schnittfläche gefaßt und sorgsam unterbunden wird. Denn die durch Suprarenin bewirkte Stillung oder Verminderung der Blutung aus größeren Gefäßen ist nicht immer eine definitive. Durch Verwendung zu großer Suprarenindosen wird aber die Unterbindung der während

der Operation nicht blutenden größeren Gefäße sehr erschwert. Größere Suprarenindosen haben nur Nachteile und keinen einzigen Vorteil.

Erwähnt sei noch, daß die Fazialisäste, welche die mit unseren Lösungen infiltrierten Gewebe durchziehen, für einige Zeit, längstens wohl eine Stunde, gewöhnlich nur ganz kurze Zeit, gelähmt werden. Schaden hat das nicht, man muß aber nötigenfalls die Kranken, namentlich in der Ambulanz, darauf aufmerksam machen, daß die Lähmung sehr bald wieder verschwinden wird.

Hieran schließen sich die Operationen am Unterkiefer selbst. Sehr einfach ausführbar ist die Spaltung der Unterlippe und Durchsägung des Unterkiefers in der Medianlinie (Fig. 57). Man braucht hierzu Lösung II und IV und injiziert von zwei Einstichpunkten, von denen der eine etwas vor, der andere etwas hinter der Spitze des Kinns gelegen ist. Man injiziert in der Schnittlinie, falls es sich um Durchschneidung normaler Gewebe handelt. Man sticht die Nadel bei 1 ein und schiebt sie, Lösung II infiltrierend, an der Vorderfläche des Unterkiefers in die Höhe, dann unter der Schleimhaut der Lippe unter Leitung des linken Zeigefingers bis zum Lippenrot. Nun wird sie etwas zurückgezogen und ihre Spitze, ebenfalls unter Leitung des Fingers, unter die vorn den Alveolarfortsatz in der Gegend der Zahnwurzeln bedeckende Schleimhaut gebracht. Hier injiziert man $^1/_2$ ccm Lösung IV. Jetzt zieht man die Nadel ganz zurück und schiebt sie, von neuem Lösung II infiltrierend, in derselben Richtung unter der Haut bis zum Lippenrot vor. Es folgt Infiltration des Unterhautzellgewebes zwischen 1 und 2. Dann sticht man die Nadel bei 2 ein und infiltriert, dicht am Knochen sich haltend, die Rückfläche des Kiefers, bis unter die Schleimhaut des Mundbodens. Immer unter Leitung des in den Mund eingeführten Fingers wird endlich auch unter die die Rückfläche des Alveolarfortsatzes bedeckende Schleimhaut in der Höhe der Zahnwurzeln $^1/_2$ ccm Lösung IV injiziert. Die Anästhesierung der Zähne mit Lösung IV kann auch vom Mund aus in der im nächsten Abschnitt geschilderten Weise ausgeführt werden, doch ist, da man einmal die äußeren Einstichpunkte hat, die Injektion von unten an der lingualen Seite bequemer. In Fig. 58 ist die Nadelführung auf dem Querschnitt angegeben. 5 Minuten nach

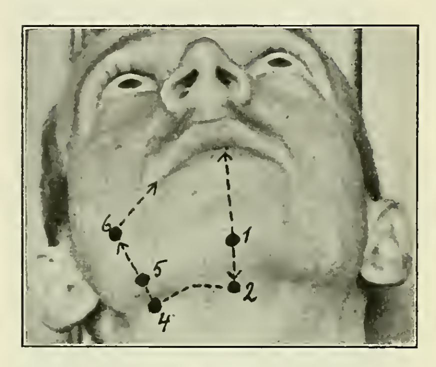


Fig. 57.

der Injektion kann die Lippe gespalten und der Unterkiefer nach Extraktion eines Zahnes in der gewöhnlichen Weise durchsägt werden.

Soll die Durchsägung des Unterkiefers weiter seitlich vorgenommen werden, so ist die Anästhesierung des N. alveolaris und N. lingualis der betreffenden Seite nach der weiter unten gegebenen Vorschrift unerläßliche Vorbedingung. Wenn das geschehen ist, hat man nur noch den Schnitt durch die Weichteile des Halses oder Gesichts unempfindlich zu machen. Verbindet man die Injektion an den Unterkiefer in der Mittellinie mit der zentralen Anästhesierung des N. alveolaris inferior und lingualis und infiltriert (Fig. 57) die Weichteile in der Richtung der punktierten Linie, so wird das von ihr eingeschlossene Gewebsstück einschließlich des Knochens und des vom N. lingualis versorgten Mundbodens unempfindlich. Man kann daher den Unterkiefer freilegen und ein Stück heraussägen. Liegen bei einer Resektion aus dem Unterkiefer beide Sägeflächen außerhalb der Mittellinie, so muß der N. alveolaris inferior und lingualis beiderseits zentral unterbrochen und das Operationsfeld noch subkutan umspritzt werden, um die Nervenverbindungen nach der Wange und dem Halse auszuschalten. Damit kommen wir aber bereits in ein Gebiet, wo die örtliche Anästhesierung kompliziert zu werden beginnt, daher auch nur als Ausnahmeverfahren in Frage kommen kann. Man darf auch den unangenehmen Eindruck nicht unberücksichtigt lassen, den ausgedehnte Operationen an den Kiefern auf nicht narkotisierte Kranke machen. Dagegen bilden eine Anzahl kleinerer Operationen am Unterkiefer regelmäßig ein bequemes Objekt für die Lokalanästhesie. Da ist zunächst die Naht des gebrochenen horizontalen Unterkieferastes, die ich, wenn Dislokation der Bruchenden vorhanden ist, stets von außen mittels eines Schnittes am unteren Kieferrande ausführe. Man braucht vier Einstichpunkte (Fig. 59, 3, 4, 5, 6,), welche voneinander je etwa 4 cm entfernt sind und rechts und links von der Bruchstelle vor und hinter dem Kieferrande gelegen sind. Man injiziert reichlich Novokainlösung II, zuerst von Punkt 3 und 6 längs der Vorder- und Hinterfläche des medialen Bruchstückes, dicht am Knochen sich haltend, bis unter das Zahnfleisch des der Bruchstelle benachbarten Zahnes, ganz wie wenn man den Kiefer durchsägen wollte. Doch kann an der Vorderfläche die oberflächliche, bis in die Lippe oder Wange reichende Infiltration des Unterhaut-



Fig. 58.

zellgewebes unterbleiben. Ebenso wird am lateralen Bruchstück von Punkt 5 und 6 aus verfahren. Die Injektion erfolgt, wie immer, unter Leitung des im Vestibulum oris oder am Mundboden liegenden linken Zeigefingers. Endlich wird von den vier Einstichpunkten aus der Kieferrand und das Unterhautzellgewebe in der Richtung der punktierten Linie infiltriert. Man braucht 30—50 ccm der Lösung im ganzen. Ist eine äußere Verletzung vorhanden, so wird dieselbe in den anästhetischen Bezirk eingeschlossen und die Technik der Injektion entsprechend modifiziert. Man kann einige Minuten nach der Injektion einen Schnitt auf den Kieferrand führen, die Weichteile von der Vorder- und Hinterfläche des Unterkiefers ablösen und die Bruchstelle freilegen. Jetzt zieht man die Bruchstücke vorsichtig auseinander, sucht den Knochenkanal auf und injiziert in seine laterale Öffnung einige Tropfen Lösung IV. Die vorangehende Anästhesierung des N. alveolaris inferior vor seinem Eintritt in den Knochenkanal habe ich niemals notwendig gehabt, weil er an der Bruchstelle, wenn nicht durchrissen, so doch derartig gequetscht ist, daß dort seine Leitung mindestens in den ersten Tagen nach der Verletzung unterbrochen ist. Es folgt die Anlegung von vier Bohrlöchern und von zwei Knochennäthen. Die Operation ist absolut schmerzlos. Die Wunde bleibt selbstverständlich ganz offen.

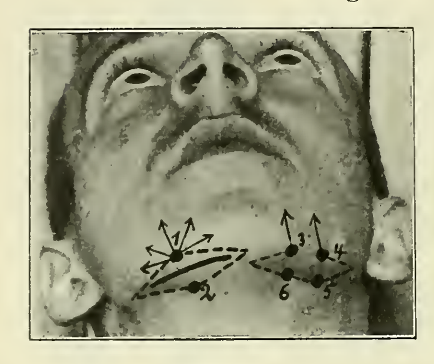


Fig. 59.

Die in den Knochen gelegten Nähte müssen häufig entfernt werden, nachdem der Bruch konsolidiert ist, weil sie eine Fistel unterhalten. Das zur Entfernung der Nähte verwendbare Anästhesierungverfahren ist auf der anderen Seite der Fig. 59 dargestellt. Am Kieferrande liegt eine mit dem Knochen verwachsene Narbe, in der Abbildung durch eine dunkle Linie angedeutet, und eine Fistel. Man läßt die Narbe unberührt und legt zwei Einstichpunkte vor und hinter dieselbe (Fig. 59, 1 und 2). Man infiltriert vom Einstichpunkt 1 aus die Vorderfläche des Knochens nahe dem Periost mit Novokainlösung II, indem man die Nadel in verschiedener Richtung bis zur Umschlagsfalte des Zahnfleisches vorschiebt. Vom Punkt 2 aus infiltriert man ein Stück der Hinterfläche des Kiefers. Endlich infiltriert man das Unterhautzellgewebe in der Umgebung der Narbe in der Richtung der punktierten Linie. Dann kann man sie wieder spalten, das Periost ablösen, bis die Drähte freiliegen, letztere ent-

fernen und die Fistel ausschaben. Ähnlich kann man vorgehen zur Entfernung von Rindensequestern, welche nach Ausheilung subperiostaler Abszesse zurückgeblieben sind. Hierzu ist manchmal noch ein anderes in Fig. 60 dargestelltes Verfahren besser geeignet, namentlich, wenn im Operationsfeld komplizierte Fistelgänge und Eiterhöhlen vorhanden sind. Man infiltriert von 1 und 2 aus die Weichteile in einer tiefen und einer oberflächlichen Schicht in der Richtung 1—4 und 2—4 mit Lösung I unter Umgehung der krankhaft veränderten Gewebe. Die Spitze des Dreiecks bei 4 läßt man auslaufen unter der Schleimhaut des Alveolarperiosts des Zahnes, von dem die Eiterung ausgegangen war. Hier injiziert man $^1/_2$ ccm Lösung IV. Fällt, wie in Fig. 60, das Foramen mentale in das Operationsfeld, so injiziert man in dessen Umgebung von einem der Einstichpunkte aus Lösung II. Vom Punkt 3 aus infiltriert man die Rückfläche des Kiefers so weit, als das Periost voraussichtlich abgelöst werden muß, mit Lösung II und kann von hier aus, wie immer unter Leitung des am Mundboden liegenden Zeigefingers $^1/_2$ ccm Lösung IV unter die Schleimhaut der Rückfläche des Alveolarfortsatzes, oberhalb des erkrankten Zahnes, injizieren. Endlich folgt Infiltration der Weichteile mit Lösung II in der Richtung 1—3—2. Dann kann der durch die dunkle Linie angedeutete Schnitt geführt und die Operation in einem unempfindlichen Terrain gemacht, auch der erkrankte Zahn extrahiert werden. Dasselbe Verfahren eignet sich zur Eröffnung kleiner periostitischer Abszesse, die eine Eröffnung von außen erfordern.

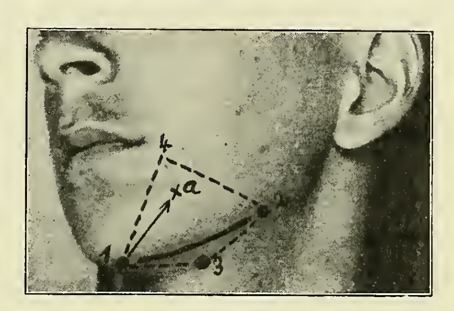


Fig. 60.

In der Regel sind aber die akuten, von den Unterkieferzähnen ausgehenden Abszesse von einer so starken, die anatomischen Verhältnisse vollständig verdeckenden Schwellung der Weichteile begleitet und in ihrer Ausdehnung und Begrenzung, bevor sie eröffnet sind, so schwer zu erkennen, daß sie für die Lokalanästhesie keine geeigneten Objekte sind. Man müßte sich denn auf die Anästhesierung der bedeckenden Weichteile beschränken, wodurch man aber eine vollständige Schmerzlosigkeit natürlich nicht erhält. Sobald man bei Operationen am Unterkiefer in dessen Markhöhle gerät, werden durch den N. alveolaris inf. Schmerzen ausgelöst. Wenn daher eine derartige Ausdehnung der Operation vorauszusehen ist, muß der genannte Nerv zuerst vor seinem

Eintritt in den Unterkiefer anästhesiert werden. Das Operationsfeld selbst ist dann noch zu umspritzen, die Injektion an den N. mentalis kann natürlich unterbleiben. Vgl. hierzu auch den 6. Abschnitt dieses Kapitels.

4. Augenoperationen.

Die Ophthalmologie war diejenige Disziplin, in der die Kokainanästhesie zuerst praktische Anwendung fand (s. 7. Kap.). Ein kurzer Überblick über die Leistungen der Lokalanästhesie auf diesem Gebiet mag daher hier seinen Platz finden. Herr Professor Schwarz in Leipzig hat mich bei der Abfassung dieses Abschnittes freundlichst unterstützt.

Die Inhalationsanästhesie bei Augenoperationen besitzt gewisse Übelstände, die einen Ersatz durch die Lokalanästhesie besonders wünschenswert erscheinen lassen. Die Narkose muß stets sehr tief sein, viel tiefer, als bei Operationen an anderen Körperteilen, denn die Sensibilität des Auges erlischt bekanntlich in der Narkose zuletzt. Mit der Tiefe der Narkose vermehren sich aber auch deren Gefahren. Ferner kann jede Unterbrechung der Narkose, durch Atemstillstand, durch Eintreten von Erbrechen, insofern gefährlich sein, als gewisse Augenoperationen eine Unterbrechung nicht zulassen, ohne daß ihr Resultat in Frage gestellt wird. Endlich ist bei manchen Operationen die Mitwirkung des Kranken durch aktive Augenbewegungen nicht unerwünscht. So kommt es, daß in der Ophthalmologie längst die Lokalanästhesie das bei weitem wichtigere Anästhesierungsverfahren geworden ist. Die überwiegende Mehrzahl aller Augenoperationen wird unter Lokalanästhesie ausgeführt.

Die Augenärzte brauchen die örtlichen Anästhetica teils in Form von Einträufelungen, teils in Form subkonjunktivaler und subkutaner Injektionen. Der Bindehautsack ist ein ausgezeichnet geeignetes Objekt für die Oberflächenapplikation dieser Mittel. Denn er bildet, wenn das Auge geschlossen gehalten wird, einen geschlossenen Spaltraum, der das instillierte Anästheticum eine Zeitlang zurückhält und rings umgeben ist von in hohem Grade diffusiblen Geweben. Das Anästheticum kann daher leichter und in größerer Menge in Cornea und Bindehaut eindringen, als etwa in die Schleimhaut der Nase uud des Kehlkopfes, wo immer nur ein kurzer Kontakt mit dem Mittel zu ermöglichen ist. Aus demselben Grunde bleibt die Anästhesie am Auge keineswegs auf die Oberfläche beschränkt, sondern dringt durch die Cornea und den flüssigen Inhalt der vorderen Kammer leicht mehr oder weniger weit in den Bulbus vor. Man bedarf daher hier auch bei der Oberflächenapplikation verhältnismäßig niedrig konzentrierter Lösungen der anästhe-

sierenden Mittel. Ersatzmittel des Kokains wurden und werden mit Voliebe zuerst am Auge geprüft, als einem besonders empfindlichen Objekt, das nicht nur die anästhesierende Potenz des neuen Mittels sehr bald erkennen läßt, sondern auch den untrüglichen Nachweis für demselben anhaftende Reizwirkung liefert.

Zur Einträufelung in den Bindehautsack werden 2—5 % Kokainlösungen verwendet. Für oberflächliche Eingriffe an der Bindehaut und Cornea reicht zuweilen schon eine einmalige Instillation der Lösung aus. Die alsdann zu beobachtenden Erscheinungen sind folgende. Die Lidspalte erweitert sich, daher scheint der Bulbus hervorzutreten, die Pupille erweitert sich, die Akkomodation wird, je nach der Dosis, mehr oder weniger beeinträchtigt, Bindehaut und Cornea werden vollständig unempfindlich, sowohl gegen Berührung, als gegen die Einwirkung von Hitze und Kälte, der Blutgehalt der Konjunktiva wird vermindert. Die Unempfindlichkeit tritt bei normalen Augen, je nach der Stärke der angewendeten Lösung und der öfteren Wiederholung der Einträufelung, verschieden rasch auf und dauert verschieden lange. Nach Einträufelung einer 2 % Kokainlösung ist die Unempfindlichkeit ungefähr in zwei Minuten erreicht und hält sieben bis zehn Minuten an. Dann verliert sie sich allmählich. Bei starker entzündlicher Blutüberfüllung kommt die Anästhesie weniger leicht zustande oder bleibt sogar ganz aus. In der älteren Literatur ist sehr viel von der örtlich schädigenden Wirkung des Kokains auf das Auge zu lesen. An Reizzuständen der Konjunktiva sind indessen wohl Verunreinigungen des Präparats durch Säuren und die Anwendung stark wirkender Antiseptica, besonders des Sublimats schuld gewesen, während die Hornhautaffektionen zum größten Teil dem Außerachtlassen gewisser Vorsichtsmaßregeln bei der Kokainisierung ihren Ursprung verdanken. Durch Erweiterung der Lidspalte und das Fehlen des Lidschlages am kokainisierten, unempfindlichen Auge entsteht eine Vertrocknung der Cornea. Sie erreicht verschieden hohen Grad, je nach der Dauer der schädlichen Einwirkung und führt zu Trübung des Epithels, zur Abstoßung umschriebener Stellen oder über größere Strecken und, kommt Infektion hinzu, auch zur Geschwürsbildung. Sicher ist, daß ein Teil auch der Hornhautschädigungen auf unmäßige Anwendung antiseptischer Mittel zurückzuführen ist. Die genannten Folgen der Vertrocknung der Hornhaut während der Operation lassen sich stets vermeiden, wenn man durch Verschließen des Auges und feuchte Kompressen dafür sorgt, daß eine Vertroknung der Hornhaut des kokainisierten Auges nicht eintreten kann (Czermak). Die mydriatische Wirkung des Kokains

kann durch gleichzeitige Einträufelung eines Mioticums aufgehoben werden.

Nach einer einmaligen Kokainisierung bleibt die Anästhesie auf die Oberfläche beschränkt, träufelt man 5 % Kokainlösung eine halbe Stunde lang alle drei Minuten ein, so wird auch die Iris in der Regel gefühllos.

Die Augenoperationen, welche nach Instillation von Kokain in den Bindehautsack ausführbar sind, sind oberflächliche Operationen an der Konjunktiva, Entfernung von Fremdkörpern aus Bindehaut und Cornea, die Kauterisation von Hornhautgeschwüren, plastische Operationen an der Hornhaut, Staroperationen, Operationen an Linse und Iris. Die anästhesierende Wirkung des Kokains wird durch Zusatz von Suprarenin wesentlich verstärkt und verlängert, besonders am entzündeten Auge. Die Augenärzte waren wiederum die ersten, die diesen Einfluß der Nebennierenextrakte auf die Wirkung anderer Arzneimittel erkannten und praktisch anwendeten (vgl. 8. Kap.). Zur Einträufelung dient eine 2% Kokainlösung mit Zusatz von 1:5000 bis 1:10 000 Suprarenin. Ihre Wirkung übertrifft noch bei weitem diejenige der bisher üblichen Kokainlösungen höherer Konzentrationen.

Subkonjunktivale Injektionen von Kokainlösung machen die Augenärzte, nachdem der Bindehautsack in der gewöhnlichen Weise anästhesiert worden ist, zur Anästhesierung der Iris bei Glaukom, wo die Einträufelung allein nicht immer zum Ziele führt, und bei Schieloperationen. Meistens werden noch verhältnismäßig konzentrierte Lösungen (3—5%) gebraucht. Sie sind nicht frei von Nebenwirkungen, schwere Vergiftungen sind aber in der Ophthalmologie sehr selten beobachtet worden. Schwarz empfiehlt 2% Kokainlösung mit Zusatz von 1:5000 bis 1:10000 Suprarenin. Zur Anästhesierung der ganzen Iris (z. B. zur Durchtrennung mehrfacher vorderer Synechien), muß die Lösung in lückenlosem, die Hornhaut einschließendem Ring unter die Conjunctiva bulbi injiziert werden, worauf nach etwa fünf Minuten die Wirkung sich äußert. Haab empfiehlt zu gleichem Zweck, aus alkoholischer Lösung auskristallisierte, sterile Kokainkristalle in die vordere Kammer und damit direkt auf die Iris zu bringen. Andere instillieren anästhesierende Lösungen in die vordere Kammer. Zur Ausführung einer Schieloperation wird die anästhesierende Lösung an der Stelle der abzulösenden oder vorzulagernden Sehne unter die Bindehaut injiziert, die Lösung durch leichtes Massieren mit dem Lid etwas verteilt, und fünf Minuten abgewartet. Auch die Enukleation des Bulbus läßt sich unter Lokalanästhesie ausführen. Nach Snellen vermindert schon eine Kokaininjektion in den Glaskörper die Schmerz-

haftigkeit dieses Eingriffes wesentlich und erleichtert ihn zugleich bei weichen Augen, deren Tension dadurch erhöht wird. Weit vollkommener aber ist die Anästhesierung des Bulbus durch systematische Umspülung desselben mit einer anästhesierenden Lösung, wodurch alle Nervenverbindungen des Bulbus mit dem Zentrum unterbrochen werden und die Operation zu einer völlig schmerzlosen gestaltet werden kann.

Schleich teilt mit, daß er mittels Injektion seiner Kokainlösungen die Enukleation ausgeführt habe, gibt aber keine genaueren Vorschriften. Später hat Weiß das Schleichsche Verfahren an 5 Fällen versucht. Er bediente sich 3 mal der Schleichschen Lösung III mit 0,01 % Kokain und 2 mal einer 0,2 % Kokainlösung. Nach Kokainisierung der Bindehaut mit 2 % Kokainlösung machte er die Konjunktiva durch Injektion der Schleichschen Lösung stark chemotisch und führte die Hohlnadel unter fortwährendem Druck auf den Spritzenstempel in der Richtung der Orbitalachse auf der nasalen und temporalen Seite des Bulbus langsam vor, um eine Infiltration der tieferen Teile der Orbita zu erreichen. Die Operation war jedoch nicht ganz schmerzlos ausführbar, besonders nicht in den Fällen, wo eine länger andauernde entzündliche Periode vorhergegangen war. Das gleiche ergibt sich aus der Arbeit Meyers. Für die sichere Unterbrechung der Ziliarnerven sind die Schleichschen Lösungen gewiß ebensowenig geeignet, wie für die Unterbrechung der Nervenleitung an anderen Körperteilen. Eine weitere Mitteilung über die Enukleation ist bei Hackenbruch zu finden. Er injizierte nach Kokainisierung des äußeren Auges seine Kokain und Eukain zu je ½ % enthaltende Lösung zirkulär hinter den Bulbus, worauf die Enukleation des zuvor äußerst schmerzhaften, glaukomatös erkrankten Auges schmerzlos vonstatten ging. Haab braucht dieselbe Kokain-Eukainlösung, beschränkt aber die Lokalanästhesie auf nicht entzündliche Fälle und bezeichnet die Operation dann als nahezu schmerzlos. Er injiziert die Lösung zunächst an den vier Ansätzen der geraden Augenmuskeln und dann nach Abtrennen der Sehnen in großer Menge mittels einer gebogenen Kanüle an den hinteren Pol des Auges. Hiernach muß 5 Minuten gewartet werden, bis Unempfindlichkeit eintritt. Wenn der Tenonsche Raum intakt erhalten ist, so würde bei Anfüllung desselben mit einer anästhesierenden Lösung Unempfindlichkeit des ganzen Bulbus eintreten. Bei erkrankten Augen bestehen aber häufig Verwachsungen zwischen Bulbus und Faszie, welche dieses Resultat vereiteln müssen.

Es leuchtet ein, daß, wenn es gelingt, die hinter dem Bulbus gelegenen Weichteile primär exakt mit einer intensiv anästhesierenden

Lösung, etwa meiner Lösung II oder III, zu durchtränken, der ganze Inhalt der Orbita nach kurzer Zeit unbedingt anästhetisch werden muß. Wegen der Existenz des Muskeltrichters scheint mir das aber nicht ganz leicht zu sein, und deshalb möchte ich Haabs zweizeitige Injektion für besser halten. Ich würde empfehlen, zunächst nach Anästhesierung des Bindehautsacks mittels 5-Grammspritze von vier Einstichpunkten aus sämtliche zwischen Bulbus und Periost der Orbita gelegenen Weichteile im vorderen Teil der Orbita bis zum Äquator des Bulbus, also außerhalb und innerhalb des Muskeltrichters, mit Lösung II zu infiltrieren, 10 ccm würden dazu erforderlich sein. Nach einer kurzen Wartezeit würde man nach Haabs Vorschrift die Konjunktiva durchschneiden, die Sehnen der geraden Augenmuskeln abtrennen und nun, wiederum von vier Einstichpunkten aus, über den Äquator des Bulbus hinaus mittels einer langen, leicht gekrümmten Nadel wiederum 10 ccm derselben Lösung innerhalb des Muskeltrichters, nicht möglichst nahe an den Bulbus, sondern im Gegenteil möglichst weit nach hinten, rings um den Sehnerven herum, wo die in Betracht kommenden sensiblen Nerven nahe beieinander liegen, injizieren. Eine zweite Wartezeit von 5 Minuten ist jetzt nicht zu umgehen, dann aber wüßte ich nicht, auf welchem Wege noch sensible Reize vom Bulbus und seiner Umgebung weitergeleitet werden sollten, mag derselbe entzündet oder nicht entzündet sein. Allerdings muß die Möglichkeit vorhanden sein, die Infiltration auf gesunde Gewebe beschränken zu können. Also das Vorhandensein von Eiterung und Entzündung in weiterer Umgebung des Bulbus kontraindiziert jede Lokalanästhesie. Bei äußerer Eiterung und Konjunktivitis erscheint auch die Injektion vom Bindehautsack aus nicht ganz unbedenklich, man könnte dann versuchen, sie unter Vermeidung der Konjunktiva durch die Lider hindurch vorzunehmen. Nicht zu vergessen ist, daß der psychische Eindruck einer Enukleation auf den Kranken ein so fataler ist, daß eine zu weitgehende Anwendung der Lokalanästhesie bei dieser Operation nicht angebracht erscheint. Die Anästhesierungstechnik für die Eventeratio bulbi muß dieselbe sein, wie zur Enukleation. Nur muß dann der erkrankte Bulbus mittels gekrümmter Hohlnadeln von vorn her umspritzt werden.

Ein Anästhesierungsverfahren für die Augenlider ist S. 259 beschrieben, es kann für die operative Behandlung aller auf die Lider beschränkten Operationen dienen. Die ebendaselbst gegebenen Vorschriften werden ferner genügen, um alle für den plastischen Ersatz von Augenlidern in Betracht kommenden Operationen unter Lokalanästhesie ausführen zu können. Beim totalen Ersatz eines durch Verletzung verloren ge-

gangenen oberen Lids habe ich mittels absoluter Lokalanästhesie alle Phasen der Operation (Ausschneiden des gestielten Lappens, Hautüberpflanzung vom Oberarm, Einnähen des epithelialisierten Lappens) gemacht. Über die Anästhesierung des Tränensacks s. S. 259. Für die Totalanästhesierung des unteren Augenlides ist auch die S. 260 beschriebene Injektion von Lösung IV in den Canalis infraorbitalis geeignet.

In der Augenheilkunde hat das Kokain bis jetzt nicht durch andere Mittel aus seiner dominierenden Stellung verdrängt werden können. Die neueren Ersatzmittel zeigen bei der Einträufelung in den Bindehautsack fast alle Reizwirkungen. Nur Eukain-B, Tropakokain und Holokain, letzteres seiner großen Toxizität halber nur für die Oberflächenanästhesierung geeignet, haben zahlreichere Liebhaber und Fürsprecher unter den Ophthalmologen gefunden. Besonders Tropakokain (3—5% Lösung) und Holokain (1% Lösung) werden geschätzt als Mittel, welche nicht reizen, schnell und tief anästhesieren und, im Gegensatz zum Kokain, Pupille, Akkommodation und Augendruck nicht verändern. Neuerdings hat auch Novokain und Alypin Liebhaber gefunden. Demgegenüber weist Reichmuth neuerdings darauf hin, daß Kokain für den Ophthalmologen das beste Anästheticum sei, weil es das Auge am wenigsten schädige. Die Mehrzahl der Augenärzte ist auch dem Kokain treu geblieben. Akoin mit seiner außerordentlich lange andauernden Anästhesie wird weniger zur operativen Anästhesierung angewendet, als auf Dariers Empfehlung in 1% Lösung als Zusatz bei subkonjunktivaler Injektion von reizenden Substanzen, wie Quecksilberpräparaten. Diese sonst sehr schmerzhaften Injektionen werden dadurch völlig schmerzlos. Oft tritt aber noch ein empfindlicher Nachschmerz auf, und selbst bei Anwendung von Lösungen von Hydrargyrum cyanatum 1:5000 kommt es gelegentlich zu Nekrosen der Bindehaut (Schwarz). Da die Kokain-Suprareninanästhesie länger anhält als die Akoinanästhesie, so ist das letztere Mittel auch für diesen Zweck obsolet geworden.

Literatur: Best: Über lokale Anästhesie in der Augenheilkunde. Vossius' Abhandlungen aus dem Gebiet der Augenheilkunde. Bd. 6 Heft 3 (1905). — Czermak, Die augenärztlichen Operationen, Wien 1893, Heft 2. — Darier, Leçons de thérapeutique oculaire. — Fuchs, Über Kokain. Wiener klinische Wochenschrift. 1902. Nr. 38. — Haab, Augenoperationslehre, München 1904. — Hackenbruch, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. 1898. II. S. 111. — Hechinger: Zur Lokalanästhesie in der Augenheilkunde. Deutsche medizinische Wochenschrift. 1906. Nr. 13. — Meyer: Enucleatio bulbi in kombinierter Lokalanästhesie. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde. 1905.

Bd. I. S. 214. — Reichmuth: Experimentelle Untersuchungen über die gewebsschädigenden Eigenschaften der gebräuchlichen Lokalanästhesie. Zeitschrift für Augenheilkunde, Bd. 16, Heft 3 (1906). — Rogmann, Kokain, Eukain, Holokain, Tropakokain in der Augenheilkunde. Ophthalmologische Klinik. 1897. Nr. 2, 3. — Schultz, Die älteren und neueren Mydriatica, Miotica und Anästhetica in der Augenheilkunde. Archiv für Augenheilkunde. Bd. 40. (1900.) S. 135. — Snellen, Operationslehre. Graefe-Saemischs Handbuch der Augenheilkunde. Lfg. 48/49. Leipzig 1902. — Weiß, Ausführung der Enukleation unter Schleichscher Infiltrationsanästhesie. Ophthalmologische Klinik. 1898. Nr. 12.

5. Operationen in der Nasenhöhle und ihren Nebenhöhlen.

Die Kokainisierung der Nasenschleimhaut ist für die Entwicklung der Rhinologie ein Verfahren von einschneidender Bedeutung geworden. Die exakte Untersuchuug der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen, ferner die Ausführung vieler Operationen in der Nase wird durch die Kokainisierung erleichtert, ja oft nur durch dieselbe ermöglicht. Denn das Mittel macht nicht allein die Schleimhaut unempfindlich und hebt die Reflexe auf, sondern es erweitert die Nasenhöhle auch und macht sie zugänglicher, indem es infolge seiner gefäßkontrahierenden Wirkung die Schleimhaut zur Abschwellung bringt. Diese Eigenschaft kann man zwar jetzt auch anderen anästhesierenden Mitteln durch Suprareninzusatz geben, es hat sich aber von den älteren Ersatzmitteln des Kokains keins in der Rhinologie bewährt. Von den neueren wird vor allem das Alypin von Seifert und Ruprecht außerordentlich gerühmt. Sie verwenden das Mittel in 10% Lösung, Ruprecht mit Suprareninzusatz. Zur Kokainisierung der Nasenschleimhaut stellt man sich aus einem Kokainpulver 1 ccm einer 10% Kokainlösung oder besser einer 5% Kokainlösung mit einem Zusatz von 5 Tropfen Suprareninlösung (1:1000) her. Die Anwendung dieser Lösung geschieht in folgender Weise, wobei ich mich an die Vorschriften Bresgens halte. „Um die Spitze einer fast nadelspitzen Sonde wird eine unbedeutende Menge Watte recht locker angedreht, so daß der rundliche, etwa erbsengroße Bausch die Spitze umhüllt und ungefähr $1/2$ cm unterhalb derselben durch festes Andrehen mit dem Fingernagel befestigt wird. Dieser Wattebausch wird in die anästhesierende Lösung getaucht. Alsdann wird unter Gebrauch eines Nasenspiegels die Nasenhöhle erleuchtet und die mit Kokainlösung beladene Sonde über die gesamte Nasenschleimhaut leicht reibend geführt, und zwar beginnt man am vorderen Ende der unteren Muschel, schreitet auf dieser nach rückwärts und geht sodann in den mittleren und unteren Nasengang. Alsdann läßt man den Kranken den Kopf stark nach vorn neigen, damit die Kokainlösung

nicht in den Hals läuft, und richtet die Sonde von neuem her. Hierauf läßt man den Kranken die betreffende Nasenhälfte mehrfach stark ausblasen; der Kranke hält dabei die nicht kokainisierte Nasenhälfte geschlossen, während die andere gar keinem Druck von außen ausgesetzt werden darf. Sodann wird die Kokainisierung des mittleren Nasengangs fortgesetzt und zur mittleren Muschel und zum oberen Nasengang übergegangen, auch nochmals untere Muschel und unterer Gang bestrichen. Nachdem die Sonde nochmals hergerichtet und übrigens wie vorhin verfahren ist, wird die ganze Höhle der Nase von oben nach unten mit der Lösung bestrichen; nach 1 bis 2 Minuten läßt man die Nase ausblasen. Alsdann ist in den allermeisten Fällen die Nasenschleimhaut unempfindlich geworden und abgeschwollen. In manchen Fällen genügt schon zweimalige Einbringung von Kokain, in wenigen bedarf es nur einmaliger oder auch viermaliger Anwendung." Handelt es sich nur um Ausführung der Sondierung der Stirn- oder Oberkieferhöhle, so genügt die Kokainisierung des mittleren Nasengangs und Einlegen eines kleinen, mit der Kokain-Suprareninlösung getränkten Wattetampons an der Mündung des Ausführungsganges der zu sondierenden Höhle. Die auf diese Weise gewonnene Anästhesie beschränkt sich auf die Schleimhaut. Eine bis auf das knöcherne und knorpelige Nasengerüst sich erstreckende Anästhesie erhält man durch Infiltration des submukösen Gewebes mit Lösung II oder III. Dieselbe ist aber, wenn die äußere Nase erhalten ist, nur am Septum leicht ausführbar und ermöglicht dann in sehr einfacher Weise die operative Behandlung der Septumverbiegungen. Man injiziert die Lösung mit einer 1-Grammspritze und möglichst feiner Hohlnadel, von vorn beginnend und nach hinten fortschreitend, auf beiden Seiten des Septums, so weit, als das Operationsfeld reicht und kann dann die gewünschte Operation, welche durch die Suprareninanämie außerordentlich erleichtert wird, am Septum vornehmen. Bezüglich weiterer, nur den Spezialisten interessierender Einzelheiten über die Anästhesierung bei rhinologischen Operationen muß auf die Handbücher der Rhinologie verwiesen werden. Die Eröffnung der Stirnhöhle von außen ist zwar in jeder gewünschten Ausdehnung schmerzlos auszuführen, wenn man die Weichteile, welche zwischen dem Periost des zu entfernenden Knochenstücks und der Haut, bzw. dem Bulbus in der Orbita, gelegen sind, in das Operationsfeld allseitig überschreitender Ausdehnung mit Lösung II infiltriert. Man kann dann den Hautschnitt längs der Augenbrauen oder, wie man ihn sonst anzulegen wünscht, führen, das Periost abschieben und den Knochen aufmeißeln. Leider

bleibt die Schleimhaut der Stirnhöhle und oberen Nasenhöhle empfindlich und ist auch sehr schwer einer genügenden direkten Anästhesierung zugänglich. Die weiteren zur Heilung einer Stirnhöhleneiterung notwendigen Maßnahmen, die Ausräumung der Schleimhaut, die Drainage nach der Nase ist daher schmerzhaft. Solange sich das nicht ändern läßt, ist diese Operation kein Objekt für die Lokalanästhesie. Der einzig gangbare Weg wäre der Versuch, den N. ethmoidalis anterior (Ast des N. ophthalmicus), welcher sowohl die Stirnhöhle, wie den oberen Teil der Nasenhöhle innerviert, vor seinem Eintritt in die Stirnhöhle, d. h. in der Orbita, zu anästhesieren. Durch eine Injektion oberhalb des inneren Augenwinkels tief in die Orbita, längs der medialen Wand derselben, müßte dieser Nerv, ehe er durch das Foramen ethmoidale anterius die Augenhöhle verläßt, zu erreichen sein. Zu Versuchen nach dieser Richtung hatte ich keine Gelegenheit. Dagegen macht die Eröffnung der Highmorshöhle entweder von einem Zahnfach oder von der Vorderfläche des Oberkiefers aus nur selten die Narkose erforderlich. Im ersten Fall genügt die Anästhesierung des Zahns in der nachher zu schildernden Weise auch zur Eröffnung der Kieferhöhle. Die Eröffnung von vorn, vom Vestibulum oris aus, geschieht in folgender Weise. Nach Einsetzen eines Mundwinkelhalters injiziert man von einem Einstichpunkt, der in der Umschlagsfalte der Lippenschleimhaut auf den Alveolarfortsatz ungefähr oberhalb des Eckzahns gelegen ist, 2 ccm der Lösung IV an die Vorderseite des Oberkiefers, wo man eröffnen will, dicht an das Periost, indem man durch Vorschieben der Nadel in verschiedener Richtung die Lösung auf eine möglichst große Fläche verteilt. Nach 5 Minuten kann man inzidieren, das Periost abschieben, aufmeißeln und die Schleimhaut der Highmorshöhle durchschneiden, ohne daß der Kranke weiß, was mit ihm gemacht wird. Die Injektion verdünnter Lösungen ergibt nicht immer ausreichende Anästhesie, weil die Sensibilität der hinter der Vorderwand des Oberkiefers, unter der Schleimhaut der Highmorshöhle, verlaufenden Verzweigungen des Plexus dentalis superior zu wenig oder gar nicht herabgesetzt wird. Um sie mit Sicherheit zu beeinflussen, sind anästhesierende Lösungen mit starken Fernwirkungen, wie zur Zahnextraktion, nötig. Vollständige Anästhesie zur Eröffnung der Kiefernhöhle von vorn gibt auch die Anästhesierung des N. infraorbitalis (S. 260). Letztere genügt selbst für die Friedrichsche Radikaloperation.

Literatur: Baumgarten, Schleich'sche Infiltrationsanästhesie bei Septumverbiegungen. Archiv für Laryngologie Bd. 9 S. 359. — Bönninghaus,

dasselbe Thema, Archiv für Laryngologie, Bd. 11, S. 344. — Bresgen, Eulenburgs Realenzyklopädie, Artikel: Nasenkrankheiten. — Heymann, Handbuch der Laryngologie und Rhinologie, Wien 1898. — Nager, Anwendung der Lokalanästhesie bei der Radikaloperation der Kieferhöhleneiterung. Archiv f. Laryngologie und Rhinologie, Bd. 19, Heft I (1906). — Ruprecht und Seifert s. Literatur zu Kap. 7, Abschnitt 9.

6. Zahnextraktionen. Operationen am Alveolarfortsatz.

Der Richardsonsche Ätherspray fand sehr bald nach seiner Erfindung auch in der Zahnheilkunde zum Zweck der Zahnextraktion Verwendung. Man bediente sich hierzu des S. 37 abgebildeten, gabelförmigen Ansatzes, der es ermöglicht, den Ätherstrahl gleichzeitig auf beide Seiten des Zahnfleisches des zu extrahierenden Zahns einwirken zu lassen und dasselbe zum Gefrieren zu bringen. Bequemer und schneller wirksam ist das zuerst von Rottenstein (1867) für diesen Zweck empfohlene Äthylchlorid. Hierzu ist der S. 42 beschriebene Kühnensche Gabelvereiser, dem gabelförmigen Ansatz des Ättersprays nachgebildet, nicht zu entbehren. Um ihn zu verwenden, schraubt man ihn auf die geöffnete Chloräthyltube auf, deckt die benachbarten Zähne und umgebenden Weichteile mit einer Kompresse oder Wattebäuschen ab, stellt die Gabel so, daß der Chloräthylstrahl das Zahnfleisch des zu extrahierenden Zahns auf der labialen und lingualen Seite trifft, setzt das Doppelgebläse in Gang und läßt das Zahnfleisch mehrere Male hintereinander in kurzen Zwischenräumen gefrieren. Im ganzen ist hierzu eine Zeit von $1-1^1/_2$ Minuten erforderlich. Dann muß der Zahn möglichst schnell extrahiert werden. Der Ersatz des Chloräthyls durch Mittel mit noch niedrigerem Gefrierpunkt ist vollkommen überflüssig, das Zahnfleisch gefriert bei Anwendung des Kühnenschen Gabelvereisers augenblicklich.

Der Schmerz der Extraktion kann dadurch in vielen Fällen erheblich gemildert, in wenigen wirklich aufgehoben werden, oft versagt das Verfahren vollständig. Aber auch abgesehen von seiner Unsicherheit haften ihm die die Kälteapplikation auch sonst begleitenden Übelstände an. Die Anästhesie oder Herabsetzung der Sensibilität dauert nur kurze Zeit. Sie genügt für eine rasche Extraktion, nicht für mehr. Die Applikation des Chloräthylstrahls ist keineswegs schmerzlos, bei pulpitischen Zähnen löst sie oft so heftige Schmerzen aus, daß die Kranken den Extraktionsschmerz vorziehen. Ferner kann die Gefahr des Frostschadens für die gefrorenen Gewebe nicht ganz umgangen werden. Endlich folgt dem kurzen Stadium der Herabsetzung der Sensibilität ein länger dauerndes Stadium der Hyperästhesie und

Hyperämie (24 Stunden anhaltende Schleimhautrötung unter dem Gefühl der Verbrennung, Burckhardt). Es ist daher erklärlich, daß die Anästhesierung durch Abkühlung bei Zahnextraktionen einzelne Anhänger, aber keine große Verbreitung gefunden hat. Nur wenn die von seiten des Arztes wie des Patienten an die Lokalanästhesie gestellten Ansprüche sehr geringe sind, kann dieses Verfahren befriedigen. Über die Versuche, mittels Abkühlung eine Leitungsunterbrechung sensibler Nervenstämme zu erreichen, vgl. S. 47.

Die Entdeckung des Kokains hat auch der Zahnheilkunde den Weg zu einer brauchbaren Lokalanästhesie gewiesen. Man hat das Mittel teils direkt in die Nachbarschaft des zu extrahierenden Zahns subgingival injiziert, teils bediente man sich seiner — hier überhaupt zum erstenmal in der Praxis — zur Anästhesierung eines größeren Nervenstammes, des N. alveolaris inferior, mittels perineuraler Injektion. Die Möglichkeit einer schmerzlosen Zahnextraktion mit Hilfe subgingivaler Injektion anästhesierender Lösungen ist dadurch gegeben, daß das Mittel durch den Knochen diffundieren und auf diese Weise bis an die die Zahnpulpa und die Wurzelhaut versorgenden Nerven gelangen kann. Daß eine Diffusion gelöster Substanzen in den Knochen wirklich stattfindet, ist durch die Leichenversuche Dzierzawskis erwiesen, wonach in das Zahnfleisch injizierte Farblösungen rasch mehr oder weniger weit für das Auge sichtbar im Knochen vordringen, am Oberkiefer bis zum Boden der Highmorshöhle. Es ist hingegen wenig wahrscheinlich (s. S. 172), daß man durch submuköse oder subperiostale Injektion eine Lösung mechanisch in den Knochen hineinpressen, ihn mit derselben infiltrieren kann. Bei einer derartigen Injektion, wo die injizierte Flüssigkeit unter sehr hohem, praktisch kaum erreichbarem Druck stehen müßte, würde sie nicht in den Knochen eindringen, sondern begreiflicherweise sich nach der Richtung des geringsten Widerstandes, d. h. in den den Knochen bedeckenden Weichteilen verbreiten. Wir sind also auf die Diffusion des Mittels angewiesen. Wie weit nun die Färbung oder der anästhesierende Effekt sich verfolgen läßt, das muß in erster Linie von der Konzentration und Menge der in das Zahnfleisch injizierten Lösung des Farbstoffes oder Anästheticums abhängig sein. Denn das gelöste Mittel wird auf seinem Diffusionswege mehr und mehr verdünnt, je weiter es sich von dem injizierten Depot entfernt, und es kommt darauf an, daß es in einer noch wirksamen Menge an die Pulpa und Wurzelhautnerven gelangt. Das Mittel braucht auch unter allen Umständen Zeit, um dahin zu gelangen, man kann niemals, was und wieviel man auch in das Zahn-

fleisch injiziert, sofort nach der Injektion eine schmerzlose Extraktion machen.

Die anfangs auch von den Zahnärzten geübte Injektion 5—20% Kokainlösung in und unter das Zahnfleisch wurde ihrer Gefährlichkeit wegen bald wieder aufgegeben, man ging mit der Konzentration auf 1—2% zurück. Die Injektion 1% Kokainlösung in das Zahnfleisch ist nach der übereinstimmenden Erfahrung aller über ein großes Beobachtungsmaterial verfügenden Autoren — ich erwähne nur Bleichsteiner, der bereits 1892 über 14000 Zahnextraktionen mittels Kokainanästhesie berichtete, und Reclus — gefahrlos. Mit der Herabsetzung der Konzentration der Kokainlösung verlor naturgemäß das Anästhesierungsverfahren an Sicherheit. Bei Anwendung verdünnter Lösungen gelangt nicht mehr genügend Kokain in den Knochen des Alveolarfortsatzes. Man kann mit Sicherheit das Zahnfleisch und das äußere Alveolarperiost anästhesieren, nicht oder doch nur selten die Pulpa- und Wurzelhautnerven, weshalb denn auch das Injektionsverfahren nur sehr selten für zahnärztliche Operationen am Dentin und der Pulpa genügt. Ich glaube, daß man weder Reclus' Schüler, Legrand, recht geben kann, der der Ansicht ist, daß mittels 1% Kokainlösung bei richtiger Injektionstechnik jede Zahnextraktion schmerzlos zu machen sei, noch denjenigen, die dem Nutzen der Injektion ganz skeptisch gegenüberstehen. Den richtigen Standpunkt in dieser Frage nimmt, wie Läwen sagt, vielmehr Quéré ein, der über die Wirkung des in das Zahnfleisch injizierten Kokains folgende allerdings nur für Zähne mit lebender Pulpa gültigen Sätze aufstellt. 1. In keinem Fall erhält man eine absolute Schmerzlosigkeit. 2. In einer großen Anzahl von Fällen erhält man eine sehr beträchtliche Milderung des Schmerzes. 3. In einer gewissen Anzahl von Fällen gibt das Kokain keine wahrnehmbare Analgesie. Zu der letzteren Kategorie gehören, wie Quéré in Übereinstimmung mit Reclus und Dastre meint, die Fälle von Osteoperiostitis am Alveolarfortsatz, diejenigen mit Abszeßbildung und entzündlichen Affektionen des Zahnfleisches, also gerade diejenigen Fälle, wo die Anästhesierung für den in den meisten anderen Fällen nach Konservierung der Zähne strebenden Zahnarzt am notwendigsten wäre. Für den Arzt liegen die Verhältnisse allerdings noch anders, er muß in den Kreisen, in denen von einer eingehenden Zahnpflege noch lange nicht die Rede ist, auch häufig Zähne extrahieren, die vielleicht die Kunst des Zahnarztes erhalten könnte. Ich habe selbst zehn Jahre lang Zahnextraktionen mittels Injektion von 1% Kokainlösung (etwa 100 im Jahr) ausgeführt, und muß der Ansicht Quérés

vollständig beistimmen. Nicht bloß in den oben erwähnten Fällen, sondern auch bei Menschen mit sehr starken Knochen, namentlich aber bei unteren Molaren versagte die Anästhesierung sehr oft. Niemals konnte man dem Kranken die Schmerzlosigkeit der Extraktion vorher versprechen, tat man es, so wurde man oft Lügen gestraft. So ist es denn wohl begreiflich, daß auch das Injektionsverfahren einzelne Freunde, aber keine allgemeine Verbreitung gefunden hat. Noch unsicherer wird nach meinen Erfahrungen die Anästhesierung, wenn man die Kokainlösung noch mehr verdünnt, Zahnfleisch und Alveolarperiost also nicht mit 1 %, sondern etwa mit Schleichschen Kokainlösungen infiltriert. Man kann sich das eigentlich im voraus sagen, da diese Lösungen nach den Erfahrungen an anderen Körperteilen so gut wie keine Fernwirkungen, auf die es am Alveolarfortsatz ankommt, äußern. Die Infiltration des Zahnfleisches und Kieferperiosts mit Schleichschen Kokainlösungen kann nur dann als ein genügendes Anästhesierungsverfahren betrachtet werden, wenn es sich um die Extraktion pulpenloser Wurzeln handelt.

Eine wesentliche Verbesserung hat auch die Anwendung anderer örtlich anästhesierender Mittel, die in unzähligen Kombinationen und Variationen fast stets zur Zufriedenheit der Autoren versucht wurden, nicht gebracht. Mit einer 2—3 % Eukain-B- (Reclus, Thiesing) oder Tropakokainlösung (Dillenz u. a.) erreicht man ungefähr dieselben Wirkungen wie mit einer 1 % Kokainlösung, höher konzentrierte Lösungen dieser Mittel sind nicht frei von Nebenwirkungen, und ihre Anwendung ist keineswegs ungefährlich. Von den übrigen Ersatzmitteln des Kokains gilt das im 7. Kapitel gesagte.

In der zahnärztlichen Literatur spielen örtliche, nachteilige Gewebsveränderungen eine große Rolle, welche nach der Injektion anästhesierender Mittel in das Zahnfleisch sich eingestellt haben sollen. Es gibt keins der schmerzstillenden Mittel, nach deren Einspritzung nicht Weichteilschwellungen und Ödeme beobachtet worden wären. Es ist aber äußerst schwierig zu entscheiden, ob die Schwellungen auf Rechnung der Injektion oder der Extraktion zu setzen sind. Geht doch die schonendste Zahnextraktion nicht ohne grobe Quetschung von Knochen und Weichteilen in einem mit Bakterien übersäten Operationsgebiet vor sich. Wenn nicht direkt gewebsschädigende Substanzen, wie z. B. Guajakol, angewendet werden, und wenn die Lösungen steril und mit dem nötigen Kochsalzzusatz versehen sind, so wird man keine Veranlassung haben, Schwellungen und Ödeme, die etwa der Extraktion folgen, der Injektion in die Schuhe zu schieben (Läwen).

Eine erhebliche Verbesserung der Anästhesierung am Alveolarfortsatz stellt die von Wiener und später von Schleich empfohlene Methode dar, Zahnfleisch bzw. Alveolarperiost zuerst mit Kokainlösung zu infiltrieren und darauf die kokainisierten Gewebe mit dem Chloräthylspray stark abzukühlen. Der Vorteil des Verfahrens beruht in erster Linie darin, daß (s. S. 144) in abgekühlten Geweben verdünnte Kokainlösungen so wirken, wie konzentrierte im nicht abgekühlten Gewebe. Um sich dieses Vorteils möglichst vollständig zu bedienen, muß man nach der Injektion der anästhesierenden Lösung das Zahnfleisch mittels des Chloräthylstrahls gefrieren lassen und mindestens 5 Minuten warten, bis die Kokainwirkung ihren Höhepunkt erreicht hat. Schließlich kann man unmittelbar vor der Extraktion noch einmal den Chloräthylstrahl anwenden, um auch noch die anästhesierende Wirkung der Abkühlung selbst zu benutzen. Auf diese Weise läßt sich noch ein erheblicher Teil derjenigen Extraktionen schmerzlos machen, bei denen die Kokainisierung allein nicht ausreichend gewesen wäre, und zwar selbst bei Anwendung verdünnter, 0,2 % Kokainlösung oder der für die Kombination mit Abkühlung besonders geeigneten 0,5 % Tropakokainlösung. Es liegt indessen bei der Extraktion einzelner Zähne keine Veranlassung vor, die anästhesierenden Lösungen auf Kosten der Sicherheit des Erfolgs gar zu sehr zu verdünnen.

Endlich hat auch die Kokainkataphorese namentlich unter den amerikanischen Zahnärzten zahlreiche Anhänger gefunden. Ob man von der Zahnfleischoberfläche aus das Kokain mittels des galvanischen Stroms wirklich bis in die Alveole hineinbringen kann, mag dahingestellt bleiben. Eigene Erfahrungen hierüber besitze ich nicht. Eine zusammenfassende Darstellung dieses Verfahrens und der für seine Anwendung nötigen, zum Teil recht komplizierten Apparate ist in der Arbeit von Dorn zu finden, auf welche hiermit verwiesen wird. Ebenso muß bezüglich der speziellen Geschichte und Literatur der Lokalanästhesie bei Zahnextraktionen auf die Monographien von Thiesing und Seitz, namentlich aber auf die Ausführungen Läwens verwiesen werden, dem ich bei vorstehender kurzer Darstellung im wesentlichen gefolgt bin.

Eine befriedigende Lösung des Problems einer gefahrlosen Lokalanästhesie bei Zahnextraktionen ist erst durch die Einführung der Kokain-Suprareningemenge des Verfassers ermöglicht worden. Gleichzeitig oder kurz zuvor hatten bereits einige Zahnärzte auf die günstige Wirkung eines Zusatzes von Nebennierenextrakt oder Adrenalin zur Kokainlösung hingewiesen (Peters, Minter, Battier und Nevrezé,

Kollbrunner, Trebitzsch, Möller). Die experimentellen Untersuchungen und praktischen Versuche des Verfassers, welche dem neuen Verfahren eine wissenschaftliche Grundlage gaben und ihm überall Eingang verschafften, waren im November 1902 vollendet und wurden im Januar 1903 veröffentlicht. Die erwähnten Mitteilungen, die sich zum Teil auf die Verwendung von Präparaten beziehen, die für die Gewebsinjektion nicht geeignet sind, waren dem Verfasser damals nicht bekannt. Hinsichtlich der anästhesierenden Fernwirkung auf die in den Kieferknochen verlaufenden Nerven bei submuköser Injektion kann keins der älteren Verfahren mit der Anwendung von Kokain-Suprareningemengen konkurrieren. Aber auch die Anästhesierung des N. mandibularis ist nunmehr zu einem bei einiger Übung sicheren und brauchbaren Anästhesierungsverfahren geworden.

Technik der Anästhesierung bei Zahnextraktionen. Zur Injektion braucht man eine 1- oder 2-Grammspritze, dünne Hohlnadeln von 2 und $2^1/_2$—3 cm Länge. Gekrümmte Hohlnadeln sind nicht unbedingt nötig. Injiziert wird meistens Lösung IV. Man bereitet sich die nötige Menge derselben aus Kokaintabletten und setzt Suprarenin tropfenweise zu, oder bedient sich besser der S. 221 erwähnten Kokain-Suprarenintabletten oder Novokain-Suprarenintabletten. Die Anwendung des Novokains ist in der Zahnheilkunde viel vorteilhafter als die des Kokains. Als Lösungsmittel dient physiologische Kochsalzlösung. Zahnärzten und Ärzten, welche viel Extraktionen zu machen haben, ist die S. 222 abgebildete Bürette zum Abmessen kleiner Mengen des Lösungsmittels zu empfehlen. Eine Dosis von 2 cg Kokain mit 0,2 mg Suprarenin (= 4—6 Tropfen der Lösung 1:1000) rate ich, bei Zahnextraktionen in der Regel nicht zu überschreiten. Denn einmal kommen bei Injektion ins Zahnfleisch unzweifelhaft leichter, als an anderen Körperstellen, resorptive Wirkungen zustande, und ferner wünscht man bei Zahnextraktionen nicht nur gefährliche Zustände, sondern überhaupt womöglich jede Beeinflussung des Allgemeinbefindens durch das Anästhesierungsverfahren zu vermeiden. Bei Novokain habe ich bis zu 10 ccm der aus Tabletten hergestellten Lösung IV verbraucht, ohne Nebenwirkungen. Viele Zahnärzte empfehlen, vor der Injektion eine Reinigung des Mundes, insbesondere der Schleimhaut an der Einstichstelle vorzunehmen. Ein wesentlicher Schutz vor Infektion wird dadurch schwerlich gewährleistet, eine wirkliche Desinfektion der Mundschleimhaut ist nicht möglich. Die Möglichkeit einer Infektion durch die Einspritzung an sich ist bei Verwendung sterilisierter Lösungen zwar nicht absolut ausgeschlossen, aber doch außerordentlich fern-

liegend. Bei sehr empfindlichen Menschen möge die Einstichstelle der Hohlnadel mittels Auflegen eines in stärkere Kokainlösung getauchten Wattetampons oder durch Betupfen mit konzentrierter Karbolsäure unempfindlich gemacht werden. Bei den meisten Menschen ist das nicht

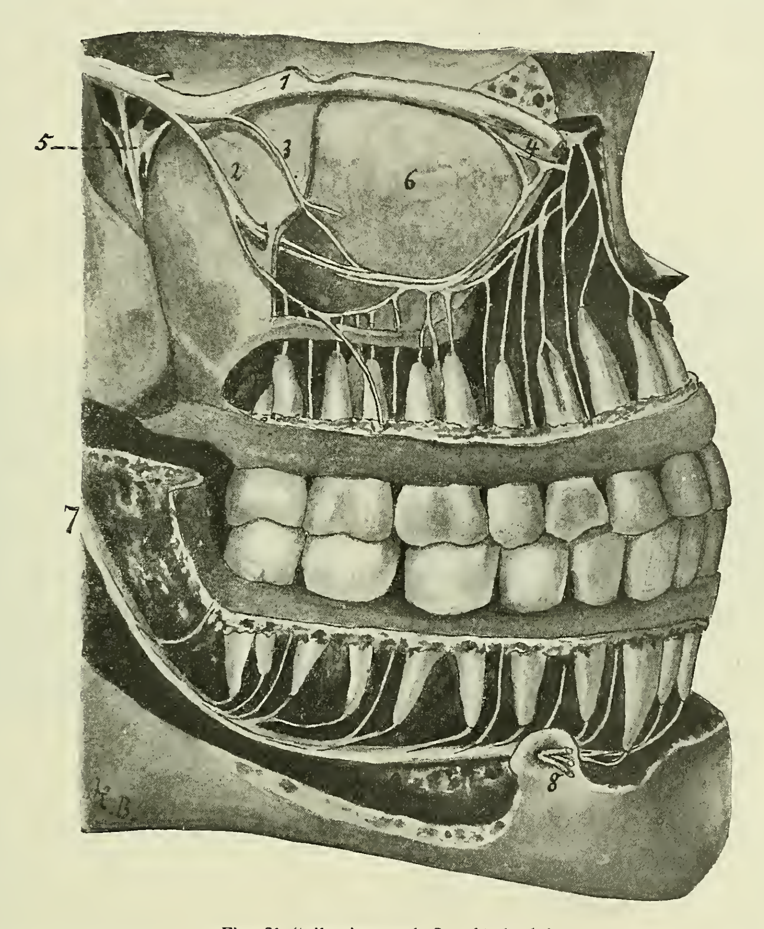


Fig. 61 (teilweise nach Spalteholz).
Entfernt ist die laterale Wand der Orbita, die äußere Knochenschicht des Unterkiefers, teilweise die Vorderwand des Oberkiefers. 1 N. infraorbitalis. 2 Rami alveolares sup. post. 3 Rami alveolares sup. med. 4 Rami alveolares sup. ant. 5 Ganglion spheno-palatinum und N. N. palatini. 6 Laterale Schleimhaut der Highmorshöhle. 7 N. alveol. inf. 8 N. mentalis.

erforderlich. Die Injektionstechnik folgt, wie überall, dem Innervationsmodus des zu anästhesierenden Körperteils, hier also des Alveolarfortsatzes.

Oberkiefer. Die Innervation der Pulpen und Wurzelhaut der Oberkieferzähne sowie auf der labialen Seite des Periosts des Alveo-

larfortsatzes und des Zahnfleisches erfolgt durch Äste des N. infraorbitalis (Fig. 61), welche teils vor ihrem Eintritt in den Knochenkanal, teils erst innerhalb des letzteren den Hauptstamm verlassen, größtenteils im Knochen, im Alveolarfortsatz oder zwischen der Schleimhaut der Highmorshöhle und der Vorderwand des Oberkiefers verlaufen (N. N. alveolares superiores anteriores, medii und posteriores) und mittels zahlreicher Anastomosen den Plexus dentalis superior bilden. Die N. N. alveolares sup. post. und med. (Fig. 61, 2, 3) verlaufen anfangs außen auf dem Tuber maxillae und dringen erst oberhalb des 3. Molarzahns, hinter dem Ansatz des Proc. zygomaticus, in den Oberkiefer ein. An der Innervation des labialen Zahnfleisches beteiligen sich endlich auch die Endverzweigungen des N. infraorbitalis nach seinem Austritt aus dem Knochenkanal am Foramen infraorbitale.



Fig. 62.

Die Ausschaltung des ganzen Innervationsgebietes des N. infraorbitalis wäre durch eine Injektion in die Fossa pterygopalatina zu erreichen, wie sie von dem Amerikaner Matas zum Zweck der Oberkieferresektion (S. 263) ausgeführt worden ist. Ich glaube nicht, daß dies Verfahren sicher genug ist, um bei Zahnextraktionen Anwendung zu finden. Die in Frage kommende Gegend ist recht schwer zugänglich. Wichtig ist es dagegen zu wissen, daß oberhalb der Zahnwurzeln die den Plexus dentalis bildenden Nervenfasern dicht unter der dünnen vorderen und seitlichen Wand des Oberkiefers gelegen sind, hier also der Einwirkung eines kräftig wirkenden Anästheticums verhältnismäßig leicht zugänglich, ja daß die hinteren N. alveolares sup. vor ihrem Eintritt in den Knochen unter der Schleimhaut des Tuber maxillae für die Hohlnadel erreichbar sind. Am Oberkiefer ist deshalb die Injektion an der labialen Seite das bei weitem wichtigste. Die Technik der Injektion hat im Laufe der Zeit sehr charakteristische Wandlungen durchgemacht. Eine der ersten deutschen Publikationen über die Kokainanästhesie bei Zahnextraktionen ist die von Witzel. Er injizierte die damals (1886) gebräuchliche 20% Kokainlösung hoch oben am Oberkiefer, längs der Umschlagsfalte der Schleimhaut. Später, als man gezwungen war, die zu injizierende Kokainlösung mehr und mehr zu verdünnen, wodurch ihre Fernwirkung auf die im Knochen verlaufenden Nervenelemente wesentlich verringert wurde, mußte man

Zahnfleisch und Periost in der ganzen Umgebung des zu extrahierenden Zahns und seiner Alveole mit Kokainlösung sorgfältig infiltrieren. So verfahren, um nur einige der bekanntesten Namen zu nennen, Reclus, Bleichsteiner, Schleich und die Mehrzahl aller Zahnärzte und Ärzte, welche sich der Injektion anästhesierender Mittel bei Zahnextraktionen bedient haben. Wir brauchen aber jetzt eine Infiltration des Zahnfleisches und Kieferperiosts nicht mehr, sondern können zu der viel einfacheren Witzelschen Technik zurückkehren, da uns jetzt Lösungen zur Verfügung stehen, deren anästhesierende Wirkung der einer 20% Kokainlösung mindestens gleichkommt.

Die Injektion an der Vorderfläche des Oberkiefers wird demnach folgendermaßen gemacht. Mittels eines passenden Spatels oder Hakens wird Lippe und Wange vom Oberkiefer abgezogen (Fig. 62), so daß die Schleimhaut an der Umschlagsfalte rechtwinklig vom Alveolarfortsatz absteht. Die Spritze wird horizontal gehalten, die Hohlnadel in die Umschlagsfalte eingestochen und oberhalb der Zahnwurzeln in der Umschlagsfalte zwischen Schleimhaut und Periost in horizontaler Richtung weitergeführt (Fig. 63). Für die Incisivi und Canini liegt der Einstichpunkt neben dem Frenulum, für die Prämolaren und den ersten Molaren oberhalb der Wurzel des Incisivius, für die beiden letzten Molaren muß die Nadel hinter der Ansatzstelle des Processus zygomaticus unter die den Tuber maxillae bedeckende Schleimhaut geschoben werden (Fig. 64).

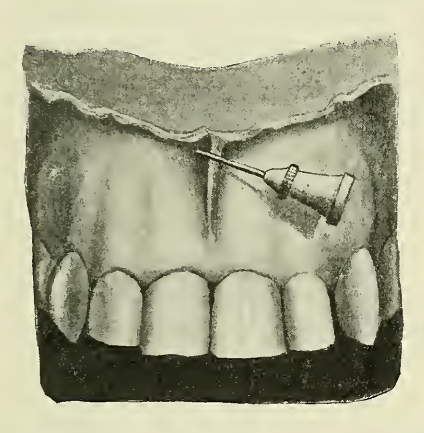


Fig. 63.

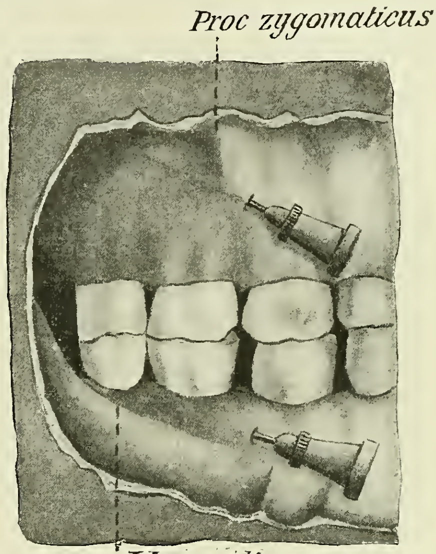


Fig. 64.

Handelt es sich um die Anästhesierung nur eines Zahnes, so sticht man über dem medial von ihm gelegenen Zahn ein und schiebt die Hohlnadel injizierend bis über den lateral davon gelegenen Zahn vor. Sollen sämtliche Zähne einer Oberkieferhälfte unempfindlich werden, so wird von den genannten drei Einstichpunkten aus die Lösung in einem Streifen injiziert, der von der Mittellinie kontinuierlich bis zum Tuber maxillae derselben Seite reicht. Bei der Injektion hebt sich die Umschlagsfalte in Form einer kleinen Anschwellung ab. Beim Herausziehen der Nadel verschließe man die Einstichöffnung sofort mit dem Finger und verteile noch durch einige leicht massierende Bewegungen die Lösung an der Vorderfläche des Oberkiefers. Für ein oder zwei Zähne injiziert man 1 ccm Lösung IV, für eine ganze Oberkieferhälfte ist nicht mehr als das doppelte Quantum nötig. Die Wirkung zeigt sich nach etwa 5 Minuten, selten früher, manchmal etwas später. Sie besteht in einer vollkommenen Anästhesie des labialen Zahnfleisches und Periosts, im Bereich eines Zahnes oder einer Oberkieferhälfte, je nach Länge des Injektionsstreifens, sowie in ebenso vollständiger Anästhesie der Pulpa und der Wurzelhaut. Diese Injektion allein an der Vorderfläche genügt daher zur Ausführung von Operationen an der Pulpa und am Dentin, ebenso zur Ausmeißelung von Wurzelspitzen und sonstigen Operationen an der Vorderfläche des Alveolarfortsatzes. Die außerhalb des Knochens verlaufenden Endzweige des N. infraorbitalis werden um so leichter unempfindlich, als sie von der anästhesierenden Lösung direkt umspült werden.

Für die Extraktion der Oberkieferzähne ist aber noch die Anästhesierung des lingualen Zahnfleisches und Kieferperiosts notwendig. Die Leistungen, die hier von dem injizierten Anästheticum verlangt werden, sind viel geringere, es braucht nicht in den Knochen einzudringen, kleine Dosen, verdünnte Lösungen erfüllen ihren Zweck. Indessen ist die Injektion größerer Mengen stark verdünnter Lösungen in die teilweise sehr straffen Weichteile des Gaumens weder bequem noch nützlich.

Der harte Gaumen, das linguale Zahnfleisch und das Periost werden innerviert vom N. palatinus anterior, der über dem dritten Molarzahn aus dem Foramen palatinum majus in die den harten Gaumen überziehenden Weichteile eintritt (Fig. 65), und von den Endästen des N. naso-palatinus Scarpae, der vorn durch das Foramen incisivum den Knochen verläßt. Andere Nervenverbindungen existieren nicht. An der Innervation der Pulpen und Wurzelhaut beteiligen sich

diese Nerven nicht. Soll daher ein einzelner Incisivus oder Caninus extrahiert werden, so muß die Hohlnadel, eben wegen der Lage der Austrittsstelle des N. naso-palatinus, in das Zahnfleisch des betreffenden Zahnes bis auf den Knochen eingestochen werden zur Injektion der anästhesierenden Lösung. Die Injektion erfordert starken Druck, aber es genügen wenige Tropfen. Für die Extraktion der Prämolaren legt man die Einstichstelle weiter vom Zahnfleischrande ab, sticht hier bis auf den Knochen und injiziert Lösung III oder IV. Hier ist die Injektion wieder leicht und ohne erheblichen Druck möglich. Für die Molarzähne liegt der Einstichpunkt medial vom zweiten Molarzahn, (Fig. 65, b) 1—$1^1/_2$ cm vom Zahnfleischrande entfernt. Die Hohlnadel wird in schräger Richtung durch die dicken Weichteile eingestochen, bis sie den Knochen in dem Winkel trifft, den der knöcherne Gaumen mit dem Alveolarfortsatz bildet. Hier injiziert man einige Tropfen Lösung IV. Verbindet man diese zuletzt geschilderte Injektion mit der zuerst genannten in das Zahnfleisch des ersten Incisivus, so wird nach kurzer Zeit die ganze Hälfte des Gaumens samt lingualem Zahnfleisch und Periost anästhetisch. Im Verein mit der Injektion an der Vorderfläche des Oberkiefers kann mittels 2—3 ccm Lösung IV eine Hälfte, mittels der doppelten Menge — hierzu ist Novokain erforderlich — auch die zweite Hälfte des oberen Alveolarfortsatzes völlig gefühllos gemacht werden. Totalausräumungen des Oberkiefers sind mit Hilfe von Novokain in einer Sitzung möglich. Früher, mit Kokain, brauchte man zwei Sitzungen hierzu.

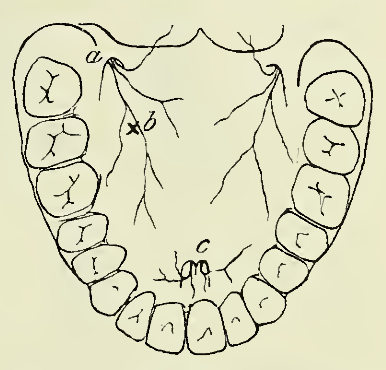
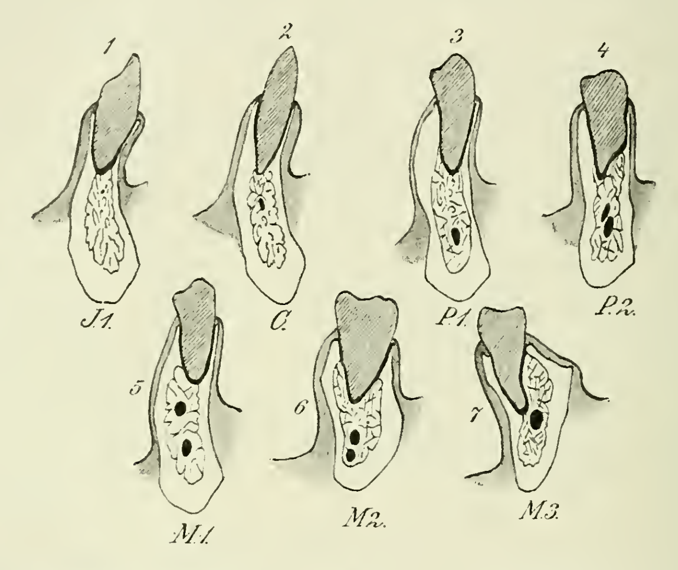


Fig. 65.
a N. palatinus ant. *b* Einstichpunkt. *c* N. nasopalatinus Scarpae.

Unterkiefer. Die Innervation der Unterkieferzähne erfolgt zum größten Teil durch den an der Lingula in den Knochen eintretenden N. alveolaris inferior (Fig. 61). Innerhalb des Knochenkanals im Unterkiefer gibt er zahlreiche Zweige ab, welche dicht unterhalb der Zahnwurzeln den Plexus dentalis inferior (in Fig. 61 nicht mitgezeichnet) bilden. Aus ihm entspringen Rami dentales, welche die Pulpen und die Wurzelhaut der Zähne innervieren, und Rami gingivales, welche den Knochen durchbohren und sich im Zahnfleisch verästeln. Ein starker Ast, der N. mentalis, verläßt unterhalb des ersten oder zweiten

Prämolarzahns durch das Foramen mentale wieder den Knochen, während der kleinere Rest des Nerven im Knochen bleibt und den Eckzahn sowie die Schneidezähne innerviert. Der N. mentalis versorgt die Kinnhaut, Haut und Schleimhaut der Unterlippe, innerviert auch das labiale Zahnfleisch und Periost im vorderen Teil. Das linguale Zahnfleisch und Kieferperiost wird dagegen ausschließlich vom N. lingualis (Rami isthmi faucium und N. sublingualis) innerviert. In der Mittellinie greifen die Innervationsgebiete der beiderseitigen N. N. alveolares inferiores, N. N. mentales und N. N. linguales mehr oder weniger



Linguale Seite: links. ← Fig. 66. → Labiale Seite: rechts.

weit ineinander über. Die Anästhesierung der Unterkieferzähne ist möglich entweder durch Injektion anästhesierender Lösung in die Nachbarschaft des zu extrahierenden Zahnes, oder durch gleichzeitige zentrale Leitungsunterbrechung des N. alveolaris inferior und N. lingualis. Die alleinige Anästhesierung des N. alveolaris genügt wohl für Operationen am Dentin und der Pulpa, nicht aber für die Extraktion.

Die Anästhesierung der Unterkieferzähne durch subgingivale Injektion. Fig. 66 zeigt eine Anzahl von Querschnitten durch den Unterkiefer mit den Zähnen und ihrem Zahnfleisch. In jeder der Zeichnungen ist die labiale Seite nach rechts, die linguale nach links gerichtet. Man sieht, daß an den Vorderzähnen, etwa bis

zum zweiten Bikuspidaten, die Rindenschicht des Knochens auf der labialen Seite ziemlich dünn ist, so daß man einen Einfluß eines an die Vorderfläche des Unterkiefers gebrachten, stark wirkenden Anästheticums auf die Zahnwurzeln und den Plexus dentalis inferior wohl erwarten darf. Man injiziert daher die anästhesierende Lösung ganz ebenso wie am Oberkiefer, d. h. man zieht mit einem Haken die Unterlippe und Wange vom Unterkiefer ab, sticht die Hohlnadel vor dem zu extrahierenden Zahn in die Umschlagsfalte ein und schiebt sie injizierend, dicht am Periost, in horizontaler Richtung, bis über das Wurzelgebiet des zu extrahierenden Zahnes hinaus nach hinten. Nun folgt die Injektion an der Rückseite. Da ist, wie Fig. 66 zeigt, die Rindenschicht des Knochens bis zum ersten Molarzahn nach hinten so dick, daß man nicht erwarten darf, mehr als eine Anästhesierung des Zahnfleisches und Periosts zu erzielen. Man sticht die Hohlnadel nicht in das straffe Zahnfleisch, sondern unterhalb desselben, in Wurzelhöhe, unter Leitung des Auges oder des linken Zeigefingers, dessen Spitze dahin gelegt wird, wo die Injektion erfolgen soll, unter die dünne Schleimhaut. Die aufgelegte Fingerspitze fühlt und kontrolliert die durch die Injektion entstehende Anschwellung des submukösen Gewebes. Die Anwendung der zu diesem Zwecke besonders empfohlenen gekrümmten Hohlnadeln, deren Gebrauch jedoch ebenfalls erst erlernt werden muß, ist nicht unbedingt notwendig, man kommt auch mit geraden Nadeln aus. Die Aufgabe, die dem Anästheticum am Unterkiefer zugemutet wird, ist wegen der größeren Dicke auch der vorn den Plexus dentalis bedeckenden Knochenschicht schwieriger als am Oberkiefer. Daher möge man zur Injektion, wenigstens an der Vorderfläche, nur Lösung IV verwenden und davon auf der labialen Seite $1—1\frac{1}{2}$ ccm injizieren. An der lingualen Seite reichen wieder kleine Dosen und niedrige Konzentrationen aus. Auch möge die Wartezeit zwischen Injektion und Extraktion etwas reichlicher bemessen werden als am Oberkiefer. Denn die Anästhesie erreicht, abgesehen von verschwindenden Ausnahmen, frühestens nach 10 Minuten ihre größte Ausdehnung und Intensität. Auf diese Weise erzielt man eine Anästhesie der Schneidezähne, das Caninus und der Prämolaren, welche zwar nicht oft für Operationen am Dentin und der Pulpa, fast ausnahmslos aber für die Zahnextraktion vollauf genügt.

Bei manchen Menschen stehen auch die Molarzähne des Unterkiefers, auf beiden Seiten frei und zugänglich, in einem verhältnismäßig dünnen Alveolarfortsatz. Dann führt das gleiche Anästhesierungs-

verfahren, wie an den vorderen Zähnen beschrieben, zum Ziele. Besonders unter die linguale Schleimhaut des Alveolarfortsatzes muß hier reichlich injiziert werden, wo jetzt die Knochenschicht viel dünner ist als an der labialen Seite. Das ist freilich nicht immer leicht, besonders beim letzten Molarzahn, da die Hohlnadel unterhalb der an dieser Stelle oft stark überhängenden, dicken Ausladung des Alveolarrandes eingestochen werden muß. An der labialen Seite verdickt sich bei sehr vielen Menschen infolge der vorspringenden Linea obliqua (s. Fig. 66, 7) die Außenfläche des Unterkiefers derartig, daß die Schleimhaut und das Zahnfleisch nicht mehr eine senkrechte, sondern eine fast horizontal stehende Fläche bedeckt; namentlich der letzte Molarzahn sitzt manchmal schon fast im aufsteigenden Kieferast, inmitten einer dicken Knochenmasse, die ihn allseitig umgibt. Man kann daher in dieser Gegend durch eine Injektion unter das labiale Zahnfleisch (Fig. 64) kaum mehr als eine Anästhesie des Zahnfleisches und Periosts erreichen, ein Einfluß des Anästheticums auf die lateralen Wurzeln der Molarzähne ist ausgeschlossen. Endlich ist die Injektion an der lingualen Seite manchmal ganz unmöglich. Ich ziehe daher zur Extraktion der Molarzähne, wenn die erwähnten ungünstigen anatomischen Verhältnisse vorliegen, die zentrale Anästhesierung der in Frage kommenden Nervenstämme vor.

Die Anästhesierung des N. alveolaris inferior und N. lingualis. Die ersten Mitteilungen über die Anästhesierung des N. alveolaris inferior an der Lingula stammen von Halstedt und Raymond (1885). Raymond berichtet über eine Injektion, die er mit 13 Tropfen einer 4% Kokainlösung an dieser Stelle gemacht hat. Nach 7 Minuten war nahezu vollständige Unempfindlichkeit der rechten Hälfte der Zunge, des Zahnfleisches und der Zähne der rechten Unterkieferhälfte eingetreten, so daß die Höhle des ersten Molaren schmerzlos bearbeitet werden konnte. Nach etwa 28 Minuten kehrte die normale Sensibilität wieder zurück*). Die Unsicherheit des Verfahrens bei Verwendung verdünnter Kokainlösungen hinderte seine weitere Verbreitung. Die Anästhesierung gelang nur ausnahmsweise. Später lenkte Schleich wieder die Aufmerksamkeit auf dasselbe; mittels der von ihm gebrauchten dünnen Kokainlösungen ist aber zweifellos nur in ganz seltenen Fällen eine wirkliche Leitungsunterbrechung des Nervenstammes zu erreichen. In neuester Zeit sind die Versuche, den N. alveolaris inferior an der Lingula zu anästhesieren, von Zahnärzten (Thiesing, Krichelsdorf,

---

*) Zitiert nach Läwen.

Dill und namentlich Hübner) mit Erfolg mittels Kokain-Suprareninlösungen wieder aufgenommen worden.

In der Tat kann man bei einiger Übung und genauer Kenntnis der einschlägigen anatomischen Verhältnisse nunmehr mit ziemlicher Sicherheit den Nervenstamm unterbrechen und bei gleichzeitiger Anästhesierung des N. lingualis zur Extraktion der Molaren und Prämolaren verwenden. Wird der N. lingualis nicht ebenfalls unterbrochen, so wäre die schwierige Injektion an der lingualen Seite des Unterkiefers, die ja gerade vermieden werden soll, doch nicht zu umgehen. Der N. mandibularis, der gemeinsame Stamm des N. alveolaris inferior und des N. lingualis ist zwar unserer Hohlnadel nicht zugänglich, wohl aber ist der N. lingualis an der Stelle, wo Roser ihn zur Neurotomie aufzusuchen empfahl, auf demselben Wege wie der N. alveolaris inferior, mit Leichtigkeit zu treffen.

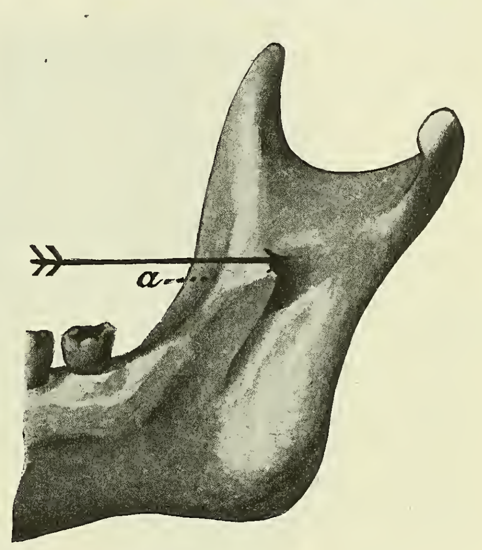


Fig. 67.

Technik der Injektion. Wenn man den aufsteigenden Kieferast vom Mund aus abtastet, so fühlt man etwa $1^1/_2$ cm lateralwärts vom dritten Molarzahn den vorderen, scharfen Rand des Proc. coronoideus, der nach unten, seitlich vom dritten Molarzahn in die Linea obliqua ausläuft (Fig. 64). Medialwärts von dieser Kante liegt ein kleines, dreieckiges, konkav gestaltetes, mit Schleimhaut bedecktes Knochenfeld, das nach vorn und innen schaut und medialwärts wiederum von einer gut abtastbaren Knochenkante (Fig. 67, a) begrenzt wird. Einen anatomischen Namen besitzt diese letztgenannte Kante nicht, sie läuft nach unten in die Alveole des dritten Molarzahnes aus. Ich werde das erwähnte dreieckige Feld, um mich kurz ausdrücken zu können, Trigonum retromolare nennen. Es liegt bei geschlossenem Munde zur Seite des oberen dritten Molarzahnes, bei geöffnetem Munde ist es zwischen oberer und unterer Zahnreihe, seitlich von ihnen, gut zugänglich. Der Einstichpunkt für die Hohlnadel liegt in der Mitte des Trigonum retromolare, ungefähr 1 cm oberhalb und ebensoviel seitlich von der Kaufläche der Unterkieferzähne. Ein Schnitt, der durch

diesen Punkt genau parallel zur Kaufläche der unteren Molaren durch den aufsteigenden Kieferast und die ihm anliegenden Weichteile gelegt wird, zeigt folgendes Bild (Fig. 68)*).

Man sieht von oben in das Vestibulum oris mit der Linea obliqua, auf das hintere Ende des unteren Alveolarfortsatzes der linken Seite mit den drei letzten Molarzähnen, weiter medial auf den Mundboden, die Zunge ist entfernt. Am Querschnitt des Unterkiefers erkennt man

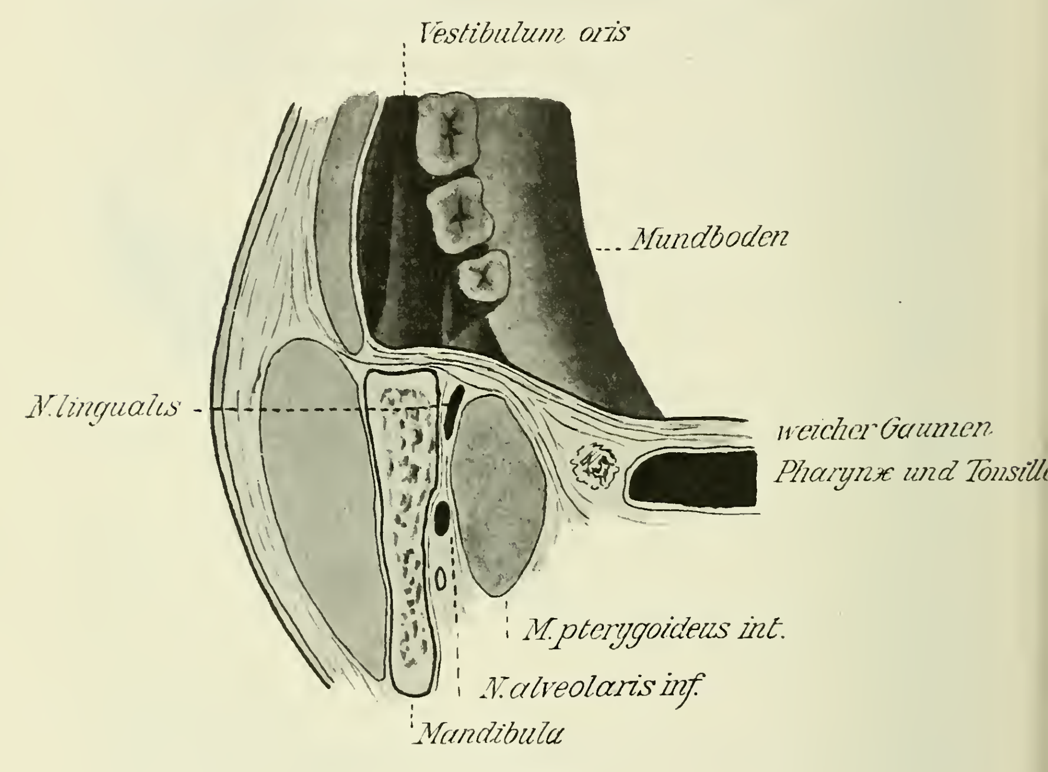


Fig. 68.

vorn das in das Vestibulum oris sich verbreiternde Trigonum retromolare. Unmittelbar neben dessen medialer Kante, dicht unter der Schleimhaut, liegt der N. lingualis, $1^1/_2$ cm weiter zurück der N. alveolaris inferior. Er ist kurz nach seinem Austritt aus dem Knochenkanal und oberhalb der Lingula getroffen. Er liegt dem Knochen dicht an.

*) Horizontal ist dieser Schnitt nur bei geschlossenem Munde, nicht bei geöffnetem Munde. Ich habe solche Schnitte von entkalkten und in Celloidin eingebetteten Präparaten angefertigt und abgezeichnet.

Wenig höher entfernt er sich von demselben, wenig tiefer ist er von der Lingula bedeckt.

Um nun die beiden Nervenstämme zu anästhesieren, sticht man eine 4—5 cm lange feine Hohlnadel (die biegsamen Platiniridiumnadeln sind hierzu weniger geeignet, Hübner empfiehlt bajonettförmig gestaltete Nadeln) an dem oben erwähnten Punkte, 1 cm oberhalb und lateralwärts von der Kaufläche des letzten Molaren, auf das Trigonum retromolare ein. Dicht unter der Schleimhaut muß die Nadelspitze auf Knochen treffen, ist das nicht der Fall, so befindet sie sich zu weit medialwärts. Nun tastet man mit der Nadelspitze allmählich weiter medialwärts, bis man an die Kante a (Fig. 67) kommt. Neben ihr, dicht unter der Schleimhaut, injiziert man Lösung IV in unmittelbare Nachbarschaft des N. lingualis. Dann schiebt man die Nadelspitze Schritt für Schritt, niemals die Fühlung mit dem Knochen verlierend, und immer wieder injizierend, noch weitere 2—3 cm vor, bis man die Spritze ganz entleert hat. Die Richtungsebene für die Führung der Spritze bildet allein die Kaufläche der unteren Zähne, sie ändert sich mit der Stellung des Unterkiefers. Während des ganzen Manövers der Injektion muß Nadel und Spritze in einer zur Kaufläche der unteren Molarzähne parallelen Ebene verharren, wie der Pfeil in Fig. 67 andeutet, der Spritzengriff darf weder weiter gesenkt, noch höher gehoben werden. In dieser Ebene dagegen darf man die Spritze verschieben. Es ist namentlich zweckmäßig, um die ununterbrochene Fühlung mit dem Knochen nicht zu verlieren, den Spritzengriff mehr nach dem Mundwinkel der anderen Seite zuzuwenden.

Gewöhnlich bald nach der Injektion stellen sich Parästhesien in der betreffenden Zungenhälfte ein, welche dann unempfindlich wird. Es folgen Parästhesie und taubes Gefühl an der Haut und Schleimhaut der Unterlippe derselben Seite. Bei gelungener Anästhesierung des N. alveolaris wird oft ein Teil der Unterlippe unempfindlich gegen Nadelstiche. Unempfindlich werden die Pulpen der Unterkieferzähne bis zum Eckzahn oder zweiten Schneidezahn, in der gleichen Ausdehnung das linguale und labiale Zahnfleisch, sowie der vordere Teil des Mundbodens. Die Ausdehnung der Anästhesie nach der Mittellinie schwankt jedoch wegen des Übergreifens des N. alveolaris, mentalis und lingualis der anderen Seite über die Mittellinie hinaus. Die Leitungsunterbrechung beider Nervenstämme ist manchmal, die des N. lingualis meistens bereits nach fünf Minuten vollendet, auf die des N. alveolaris muß man zuweilen, ebenso wie bei der Anästhesierung

anderer großer Nervenstämme des Körpers, 15—20 Minuten warten. Ich konnte diese Erscheinungen genauer verfolgen, als ich mir die Injektion in der geschilderten Weise am eigenen Körper selbst machen ließ. Sehr auffallend war das eigentümliche Gefühl, das beim Berühren oder Beklopfen der Zähne, die ihre Tastempfindlichkeit vollständig verloren hatten, entstand. An der einen Zungenhälfte war im vorderen Teil nicht nur die taktile Sensibilität und die Schmerzempfindung, sondern auch die Geschmacksempfindung erloschen. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden war die Sensibilität wieder intakt. Ganz geringe Schmerzen beim Schlucken bestanden bis zum nächsten Tag.

Ich halte dieses Injektionsverfahren für durchaus harmlos. Römer befürchtet Schaden dadurch, daß das ganze Quantum des Anästheticums in eine Vene injiziert werden könnte. Das läßt sich vermeiden, wenn man die alte Vorschrift Reclus' befolgt, Kokainlösungen niemals bei ruhender Spritze, sondern während des Vorziehens oder Zurückziehens derselben zu entleeren.

In der Gegend der Mahlzähne bewirkt eine gelungene Anästhesierung der beiden Nervenstämme vollständige Anästhesie des Alveolarfortsatzes. Und sie gelingt in der Regel, wenn genügend lange nach der Injektion gewartet wird. Bevor nicht das Zahnfleisch auf beiden Seiten gegen Nadelstiche unempfindlich geworden ist, darf nicht extrahiert werden. Weiter nach vorn gibt die einseitige zentrale Anästhesierung weniger gute Resultate wegen des schon erwähnten Übergreifens der Innervationsgebiete der anderen Seite, mehr oder weniger weit, über die Mittellinie hinaus. Diesem Übelstand ist mit Sicherheit nur durch eine zentrale Anästhesierung des N. alveolaris inferior und lingualis der anderen Seite abzuhelfen. Vielleicht kommt für das labiale Zahnfleisch bisweilen auch die Innervation durch den N. buccinatorius in Betracht. Für die vorderen Zähne ist daher die Injektion der anästhesierenden Lösung in die unmittelbare Nachbarschaft des Zahnes stets das einfachere und größere Sicherheit bietende Verfahren.

Durch die Anwendung von Kokain- oder Novokain-Suprareninlösungen ist die Möglichkeit einer fast sicheren und dabei gefahrlosen Lokalanästhesie bei Zahnextraktionen zur Wirklichkeit geworden. Am Oberkiefer ist die Technik der Anästhesierung so einfach, daß sie dem Ungeübten auch das erstemal gelingt. Am Unterkiefer ist erst nach einiger Übung die gleiche Sicherheit zu gewinnen. Ohne Einfluß auf den Erfolg ist die Art der Erkrankung des zu extrahierendes Zahnes. Auf die Umgebung der Alveole beschränkte Periostitis und Entzündung

des Zahnfleisches sind keine Kontraindikation gegen die Lokalanästhesie. Das Anästheticum wird ja gar nicht in das Zahnfleisch injiziert. Ist an der Vorderfläche des Oberkiefers ein kleiner Abszeß vorhanden, so injiziert man die anästhesierende Lösung von zwei in der Umschlagsfalte gelegenen Einstichpunkten aus rings um den Abszeß herum. Große abgegrenzte Abszesse und Zysten können in der Weise behandelt werden, daß man ihren Inhalt mit der Spritze entleert und Lösung IV hinein injiziert. Man erhält sehr schnell eine sehr vollkommene Anästhesie des Alveolarfortsatzes. Ich habe in mehreren Fällen von die Vorderwand des Oberkiefers vorwölbenden Zahnzysten zunächst die Injektion an der Vorderseite in der gewöhnlichen Weise in querer Richtung gemacht, dann die Gaumenseite ebenfalls in der gewöhnlichen Weise anästhesiert und nun, wie angegeben, nach Entleerung der Zyste die anästhesierende Lösung hineininjiziert. Ich konnte dann nicht nur den Zahn extrahieren, sondern auch das vordere Periost abschieben und die Knochenschale der Zyste, sowie die Vorderwand der Alveole mit der Hohlmeißelzange entfernen. Zur Inzision eines Abszesses ohne Extraktion genügt natürlich die Anästhesierung der ihn bedeckenden Schleimhaut mittels submuköser Injektion einiger Tropfen einer anästhesierenden Lösung oder mittels des Chloräthylsprays. Das einfachste und sicherste Verfahren für alle derartigen Operationen an der Vorderfläche des Oberkiefers ist jedoch die Anästhesierung des N. supraorbitalis (S. 260). Abszesse an der Gaumenseite stören die Anwendung der Lokalanästhesie fast niemals. Besteht am Unterkiefer eine die Umgebung der Alveole erheblich überschreitende periostale Entzündung oder Eiterung, so ist eine für die Extraktion ausreichende Anästhesierung des Alveolarfortsatzes in der Regel nur durch zentrale Leitungsunterbrechung der Nerven zu erzielen.

Eine der erfreulichsten Folgen der Anwendung von Kokain- oder Novokain-Suprareninlösungen ist die Möglichkeit, bei nicht allzu ängstlichen Menschen die unangenehmen Massenextraktionen in Narkose ganz wesentlich einschränken zu können. Man räumt in der ersten Sitzung den Oberkiefer, in einer zweiten den Unterkiefer nach doppelseitiger Mandibularisanästhesierung aus. Bei Kokainanwendung braucht man dazu vier Sitzungen.

Kranke, welche bei derartigen Operationen die Narkose verlangen, kann man sehr leicht dadurch überlisten, daß man die örtliche Anästhesierung vornimmt und sie, ehe man die Extraktion beginnt, an einer Äthermaske riechen läßt. Selbstverständlich müssen sie nach so

eingreifenden Extraktionen auch als Kranke betrachtet werden, dürfen nicht etwa sofort ihrem Beruf nachgehen, sondern müssen mehrere Stunden liegen.

Noch einige Worte über die dem Suprarenin gerade bei Zahnextraktionen zur Last gelegten Nachblutungen. Ich habe solche bei mehr als 1000 Extraktionen nicht gesehen, und ich glaube auch nicht daran, daß Suprarenin eine ernstliche Nachblutung hervorrufen kann, die nicht in gleicher Weise auch ohne seine Anwendung zustande gekommen wäre, durch Suprarenin wird nur ihr Einsetzen um kurze Zeit verzögert. Man schützt sich vor Nachblutungen bei Zahnextraktionen, indem man nach Römer die Alveole für einen oder zwei Tage mit Jodoformgaze tamponiert, eine vom chirurgischen Standpunkte auch sonst zweifellos richtige Nachbehandlung. Sind größere Höhlen nach einer Operation am Alveolarfortsatz entstanden, so ist ja die Tamponadebehandlung selbstverständlich.

Die Kokain-Novokain-Suprareninanästhesie ist bei Zahnextraktionen und anderen Operationen am Alveolarfortsatz des Ober- und Unterkiefers — in Betracht kommt namentlich die Entfernung von Teilen desselben wegen Neubildungen und Granulationsgeschwülsten — keineswegs bloß ein Ersatz für die Narkose, sie ist vielmehr das viel vollkommenere Anästhesierungsverfahren. Denn alle diese Operationen sind mit Hilfe der Suprareninanämie bei gleichzeitiger Unempfindlichkeit viel leichter und sicherer ausführbar als in Narkose.

Literatur: Bleichsteiner: The dental Cosmos 1893, p. 748, 1901, p. 135. — Braun: Über Adrenalin, Deutsche zahnärztliche Wochenschrift. 1903, Nr. 45. Technik der Kokain-Suprareninanästhesie bei Zahnextraktionen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1905, Nr. 1. — Burckhardt: Über Anwendung des Chloräthyls als lokales Anästheticum, Revue et Archives suisses d'odontologie. 1891, S. 270. — Dillenz: Kokainum muriaticum. Tropakokainum und Kokainum phenylicum in der Zahnheilkunde, Diss. Erlangen 1897. — Dorn: Die Elektrizität und ihre Verwendung in der Zahnheilkunde. Leipzig 1898. — Dzierzawsky: Kann die ins Zahnfleisch injizierte Lösung bis in die Knochen dringen? Noviny lekarskie. 1897, Nr. 2. Referat in Hildebrandt, Fortschr. der Chirurgie. 1897, S. 397. — Hübner: Eine Injektionsmethode zur Erzielung von Dentinanästhesie und Schmerzlosigkeit bei kleineren Eingriffen in der Mundhöhle, Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1904, Nr. 4; Über Leitungsanästhesie mittels Adrenalin-(Suprarenin)-Kokain im Ober- und Unterkiefer, mit besonderer Berücksichtigung der Dentinanästhesie, Österr. Zeitschrift für Stomatologie. 1904, Heft 10. — Kirchner: Deutsche zahnärztliche Wochenschrift. 22. Juli 1899. — Läwen: Die örtliche Anästhesie bei Zahnextraktionen, Archiv für klinische Chirurgie. 1904, Bd. 72, Heft 2. — Peckert, Über Lokalanästhesie. Habilitationsschrift Heidelberg 1905. — Quéré: Etude critique sur l'anesthésie dentaire, Thèse de

Bordeaux. 1886. — Raymond: The dental cosmos. 1885. (Referat in der Deutschen Monatsschrift für Zahnheilkunde 1885, S. 604.) — Römer: Meine Erfahrungen mit Paranephrin-Kokain zur Erzielung von Lokalanästhesie bei zahnärztlichen Operationen, Deutsche zahnärztliche Wochenschrift. 1904, Nr. 30. — Rottenstein: Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Frankfurt 1867. — Sachse: Novokain. Deutsche zahnärztl. Wochenschrift. 1905. Nr. 45. — Seitz: die zahnärztliche Lokalanästhesie. Leipzig 1903. — Thiesing: Die Lokalanästhesie und ihre Verwendung in der zahnärztlichen Praxis. Leipzig 1902. — Wiener: Die Extraktion periostitischer Zähne unter gefahrloser totaler Lokalanästhesie, Schweizer Vierteljahrsschrift für Zahnärzte. 1896, Nr. 4. — Witzel: Über Kokainanästhesie bei Operationen in der Mundhöhle, Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen. Hagen 1886, Heft 1. — Ferner die Monographien von Reclus und Schleich. Ausführliche Literaturangaben finden sich namentlich bei Läwen und Seitz.

7. Andere Operationen im Mund und im Rachen.

Zur Ausführung oberflächlicher, die Schleimhaut betreffender Operationen genügt die Oberflächenanästhesierung mittels starker Kokain-Suprareninlösung. Die Applikation des Anästheticums geschieht in derselben Weise wie in der Nasenhöhle. Auch der Kokain-Chloräthylstrahl ist häufig bequem zu verwenden. Durch die Kokainisierung der Rachenschleimhaut wird die Ösophagoskopie ermöglicht.

Karzinome der Wangenschleimhaut lassen sich, wenn sie nicht weit nach hinten auf die Gaumenbögen übergreifen und keine Drüsenausräumungen erforderlich machen, leicht unter Lokalanästhesie operieren. Die Anästhesierung geschieht genau nach den im dritten Abschnitt dieses Kapitels gegebenen Vorschriften. Die Schleimhaut wird dabei in gleicher Ausdehnung wie die Haut unempfindlich, die zirkuläre Umspritzung des Tumors erfolgt von außen, durch die Haut oder vom Lippenrot aus unter Leitung des in den Mund eingeführten linken Zeigefingers.

Zur Ausführung von Operationen an der Zunge ist zunächst eine gute Fixation des Organs mittels einer durchgezogenen Fadenschlinge erforderlich. Man injizier an zwei gegenüberliegenden Punkten der oberen und unteren Fläche der Zunge etwas Lösung II unter die Schleimhaut, sticht eine mit einem dicken Faden armierte starke Nadel an dem oberen Punkt ein und genau am unteren wieder aus, verknüpft die Fadenenden und hat so eine sichere und den Kranken nicht belästigende Handhabe zum Vorziehen und Halten der Zunge. Man kann nun von zwei Einstichpunkten die Ränder einer zu versorgenden Wunde mit Lösung I infiltrieren, oder man kann den freien Teil des Organs oder Stücke desselben zu einem gefühllosen Operationsfeld

machen, indem man von zwei an den Seitenrändern gelegenen Einstichpunkten aus Muskulatur und Submukosa in Form eines quer zur Längsachse gestellten oder keilförmigen Streifens mit Lösung II infiltriert. Innerhalb des von diesem Streifen abgetrennten Teils der Zunge können dann beliebige Operationen vorgenommen werden, wobei der technische Fortschritt, den die Suprareninanämie uns gebracht hat, besonders in die Augen fällt. Setzt man die submuköse Infiltration mit Lösung II fort, beiderseits am Mundboden zwischen seitlichem Zungenansatz und vorderem Gaumenbogen, so trifft man den in dieser Gegend noch dicht unter der Schleimhaut gelegenen N. lingualis, und nach kurzer Zeit wird auch der ganze Mundboden unempfindlich. An der Zunge selbst reicht die Anästhesierung des N. lingualis nur für die Zungenspitze und ihre nächste Umgebung aus. Am Mundboden gelegene zirkumskripte Geschwülste können nach Infiltration ihrer ganzen Umgebung mit Novokainlösung II leicht entfernt werden. Handelt es sich um eine der gewöhnlichen Ranulazysten, so injiziert man zunächst zirkulär unter die Schleimhaut, wenn sie nicht zu sehr verdünnt ist, schneidet sie dann auf und infiltriert von der Innenfläche her die ganze Umgebung. In komplizierten Fällen würde die doppelseitige Anästhesierung des N. lingualis am Roseschen Punkt (S. 295) zum Ziel führen. Zweimal habe ich große mediane Dermoide, welche sowohl den Mundboden nach oben, als die Haut der Regio submentalis nach unten vorwölbten, durch einen äußeren Medianschnitt durch die Haut entfernt. Die den Tumor daselbst bedeckenden Weichteile wurden in der Schnittlinie infiltriert, der untere Pol der Zyste wurde freigelegt und abgeschnitten, ihr Inhalt entfernt und hierauf unter Leitung eines am Mundboden liegenden Fingers die gesamte Umgebung der Zyste durch Einstechen der Hohlnadel an verschiedenen Stellen ihrer Innenfläche bis unter die Schleimhaut des Mundbodens infiltriert. Der hintere Teil des Zungengrundes wird wegen seiner schwierigen Zugänglichkeit und der unter allen Umständen mit Operationen in dieser Gegend für den Nichtnarkotisierten verbundenen Unannehmlichkeiten selten Objekt der Lokalanästhesie sein. Die Innervation dieser Teile erfolgt durch den N. glossopharyngeus und N. vagus. Eine zentrale Leitungsunterbrechung dieser Nervenstämme ist nicht möglich. Von den bei Operationen im Munde gebräuchlichen Voroperationen ist die quere Wangenspaltung und die mediane Spaltung der Unterlippe und des Unterkiefers sehr leicht unter Lokalanästhesie zu machen (S. 266 und S. 268).

Der harte und weiche Gaumen ist einer örtlichen Anästhesie-

rung sehr leicht zugänglich. Die Anästhesierung des harten Gaumens ist S. 291 beschrieben. Macht man die dort erwähnte Injektion doppelseitig, so werden die den harten Gaumen bedeckenden Weichteile einschließlich des Periosts unempfindlich und anämisch. Der weiche Gaumen und der vordere Gaumenbogen wird ganz mit Lösung I infiltriert, was jederseits von einem Einstichpunkt aus möglich ist. In welcher Weise die Injektion von Kokain-Suprareninlösungen hier nützlich ist, mag an einigen Beispielen gezeigt werden.

5. November 1904: 16jähriger Mann mit angeborener Spalte des weichen und der hinteren zwei Drittel des harten Gaumens. Injektion von je $^3/_4$ ccm Lösung III auf jeder Seite des harten Gaumens, wie auf S. 291 beschrieben. 5 Minuten später Infiltration der beiden Hälften des weichen Gaumens und der Uvula mit 5—10 ccm Lösung I; Uvula und Gaumen sind danach stark aufgebläht. Die Uranoplastik und Staphyloraphie ließ sich nun spielend am sitzenden Kranken ohne jeden Schmerz und ohne Blutung ausführen. Die seitlichen Hilfsschnitte wurden tamponiert. Nach $1^1/_2$ Stunden entstand eine mäßige Nachblutung, die uns aber doch veranlaßte, nachträglich den Nasenrachenraum und die Nase mittels Belloque für 24 Stunden fest zu tamponieren. Heilung.

Bei drei Kindern mit Gaumenspalte habe ich erst Narkose am hängenden Kopf eingeleitet und dann die Kokain-Suprarenininjektion in der geschilderten Weise gemacht. Die Operation wird dadurch überaus erleichtert nach jeder Richtung hin. Die Anfrischung der durch die Infiltration aufgeblähten Spaltränder der Uvula und des Gaumens ist viel besser auszuführen, die Blutung, die Hauptschwierigkeit bei diesen Operationen, fehlt. Aber die Tamponade des Rachens, der Nase und der Seiteninzisionen ist notwendig, um sich vor Nachblutungen zu sichern. Ich habe bei den drei Kindern die Rachen- und Nasentampons am folgenden Tag, die Tamponade der Seitenschnitte nach acht Tagen entfernt.

5. Juli 1904: 18jähriger Mann mit breit der Schädelbasis aufsitzendem harten Fibrom des Nasenrachenraums. Beginn der Operation aus psychischen Gründen in Narkose am hängenden Kopf. Infiltration des harten und weichen Gaumens in der Mittellinie, sowie der Uvula mit Lösung I. Ich ließ die Narkose beiseite. Spaltung des weichen Gaumens in der Mittelline. Unter Leitung des nun in den Nasenrachenraum eingeführten Fingers wurde eine lange Hohlnadel durch das linke Nasenloch bis in den Nasenrachenraum geführt und die Ansatzstelle des Tumors mit Lösung I infiltriert. Nach einigen Minuten konnte er ohne Blutung exzidiert werden. Naht des Gaumens. Tamponade des Nasenrachenraumes und der Nase mit Jodoformgaze. Keinerlei Nachblutung. Heilung.

Bei diesen und ähnlichen Operationen in der Mundhöhle ist vielleicht die Suprareninanämie von größerer praktischer Bedeutung als die Kokainanästhesie. Die Infiltration des Operationsfeldes mit ganz verdünnter Suprareninlösung (d. h. mit einem der Lösung I entsprechen-

den Suprareningehalt), wodurch die Blutung zwar nicht ganz aufgehoben, aber doch auf ein Minimum beschränkt wird, erscheint mir in der Tat bei vielen Operationen in der Mundhöhle, z. B. bei der Zungenexstirpation, als ein integrierender Bestandteil der modernen chirurgischen Technik. Aber stets muß man darauf bedacht sein, alle größeren Gefäße zu unterbinden, auch wenn sie unter dem Einfluß des Suprarenins zunächst nur wenig bluten, und die entstandenen Wundflächen entweder zu nähen oder durch Tamponade vor etwaigem Nachbluten zu schützen.

---

12. Kapitel.

Operationen am Hals, an der Brust und am Thorax.

1. Operationen am Hals.

Haut, Unterhautzellgewebe, oberflächliche Faszien und Muskeln an der Vorderfläche des Halses werden innerviert durch die am hinteren Rand des M. sterno-kleido-mastoideus hervortretenden Zervikalnerven, zum größten Teil vom N. cutaneus colli, oben und unten auch von Ästen des N. auricularis magnus und den N. N. supraclaviculares (Fig. 69). Ein Streifen einer anästhesierenden Lösung im mittleren Drittel des Kopfnickers, längs dessen hinteren Rande unter das Platysma injiziert, wobei man die Vena jugularis ext. kreuzt und unter derselben die Hohlnadel hindurchführen muß, macht daher ein ausgedehntes Gewebsgebiet anästhetisch.

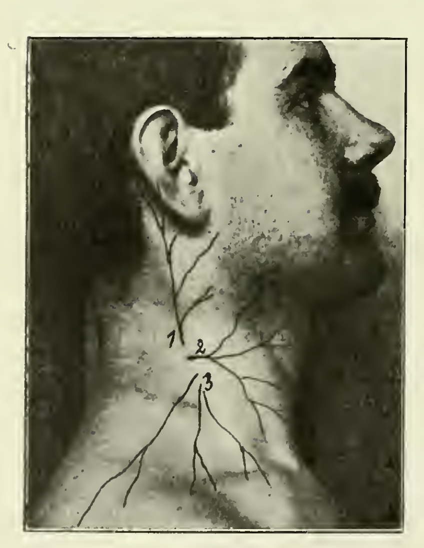


Fig. 69.
1 N. auricularis magnus. 2 N. cutaneus colli. 3 N. N. supraclaviculares.

Fig. 70 zeigt das Resultat eines Versuchs an einer gesunden Person Die dunkle Linie zeigt die Lage des injizierten Streifens. Injiziert wurde 1 ccm 1% Kokainlösung mit 3 Tropfen Suprareninlösung (1:1000). 20 Minuten später war das schraffierte Gebiet der Haut

gefühllos geworden. Es betrifft das Innervationsgebiet des N. auricularis magnus und des N. cutaneus colli. Ich habe dieses Verfahren wiederholt bei Lymphdrüsenexstirpationen am Halse benutzt, auch in der Weise, daß ich mir den Stamm des N. cutaneus colli zuerst nach Infiltration der Schnittlinie freilegte und ihn anästhesierte*). Es hat sich aber dann gezeigt, daß die dadurch erzielte Anästhesie leider die tiefen Halseingeweide, also tiefer gelegene Lymphdrüsen, die Umgebung der großen Gefäße und der Schilddrüse nicht mit einbegreift. Das geht auch aus den neueren Mitteilungen Lennanders**) über diesen Gegenstand hervor. Das oberflächliche Innervationsgebiet der drei obengenannten sensiblen Nerven läßt sich aber in allen Fällen schneller und sicherer durch Umspritzung des Operationsfeldes mit Lösung I oder II, oder durch Infiltration der Gewebe in der Schnittlinie ausschalten.



Fig. 70.

Die Anästhesierung des Kehlkopfes. Auf die umwälzende Bedeutung der Einführung des Kokains für die Laryngologie ist schon zu wiederholten Malen hingewiesen worden. Die Anästhesierung der Kehlkopfschleimhaut geschieht gewöhnlich durch Bestreichen mittels eines armierten, in 10—20% Kokainlösung getauchten Watteträgers, wobei das Herunterfließen überschüssiger Kokainlösung in Trachea und Ösophagus möglichst zu vermeiden ist. Nach der Pinselung läßt man den Kranken husten und ausspucken. Die Kokainisierung muß meist mehrfach wiederholt werden, um für genügend lange Zeit Aufhebung der Reflexe der Kehlkopfschleimhaut und Toleranz beim Einführen von Instrumenten zu erzielen. Das ist hier die Hauptsache, weniger wichtig ist die Aufhebung der an sich geringen Schmerzempfindlichkeit der Schleimhaut. Die Pinselung ist sehr unangenehm für die Kranken. Viele Laryngologen ziehen daher vor, ein kleines Quantum der Kokainlösung mittels eines für diesen Zweck konstruierten kleinen Sprayapparates oder mittels einer kleinen Spritze in den Kehlkopf zu bringen. Die Anwendung der Spritze hat nach M. Schmidt den Vorteil, daß man die

*) Braun, Archiv f. klinische Chirurgie Bd. 71, S. 56 und 63.
**) Lennander, Deutsche Ztschr. f. Chirurgie Bd. 73.

einzuführende Kokainmenge genau dosieren kann. Die Wirkung der Kokainisierung hält 5—10 Minuten an, viel länger aber bei Anwendung von Suprarenin, auf dessen sonstige Vorteile bei der Anästhesierung der Kehlkopfschleimhaut schon S. 164 aufmerksam gemacht worden ist. Nach Seifert und Ruprecht ist hier Alypin in 10% Lösung mit Supradeninzusatz ein vorzügliches Ersatzmittel für Kokain. Ob es sich auch in anderen Händen bewährt, muß die Zukunft lehren.

Die Anästhesierung des Kehlkopfes durch Leitungsunterbrechung des N. laryngeus superior ist schon vor langer Zeit (s. S. 12 und 47) versucht worden, ihre Möglichkeit ist jetzt durch Anwendung von Suprarenin wesentlich näher gerückt. Die sensible Innervation des Kehlkopfes geschieht in der Hauptsache, wenigstens oberhalb der Stimmbänder, durch den Ramus internus des N. laryngeus superior. Dieser Nerv tritt unmittelbar unter dem hinteren Ende des großen Zungenbeinhorns unter den vorderen Rand dieses Knochens, läuft ein kleines Stück auf der Membrana thyreohyoidea nach vorn und durchbohrt sie dann, um sich in der Schleimhaut des Kehlkopfes, des Sinus pyriformis, der benachbarten Teile der Schlundschleimhaut zu verästeln. Wesentlich motorisch sind die beiden anderen, in den Kehlkopf eintretenden Nerven, der Ramus externus des N. laryngeus superior und der N. laryngeus inferior. Beide enthalten aber auch sensible Fasern, der letztere für die untere Hälfte des Kehlkopfes, auch anastomosiert er mit dem oberen Nerven. Es ist also fraglich, wieweit überhaupt die Anästhesierung des Stammes des Ramus internus N. laryngei sup., der allein zugänglich ist, einen praktischen Zweck hat.

Dieser Nerv ist leicht zu treffen und leitungsfähig zu machen in folgender Weise. Man läßt den Kranken hinlegen, schiebt eine Rolle unter den Nacken, so daß der Kopf leicht nach hintenüber geneigt ist, und läßt sich von einem Assistenten das Zungenbein nach der einen Seite hinüberdrücken. Hier fühlt man dann leicht das nun stark vorspringende hintere Ende des großen Zungenbeinhorns. Hinter dasselbe legt man die Spitze des linken Zeigefingers, der dann die Pulsation der Carotis externa fühlt, und injiziert unter das Zungenbeinhorn 1 ccm Lösung IV. Dasselbe geschieht auf der anderen Seite. Gleich in dem ersten Fall, den ich so behandelte*), trat eine so vollkommene, ziemlich 3 Stunden anhaltende Anästhesie des Kehlkopfes ein, daß der Operateur (Dr. Viereck) ein Kurettement des tuberku-

*) Archiv für klin. Chirurgie Bd. 71, S. 57 (1903).

lösen Kehlkopfes vornehmen konnte. Viereck*) hat die Versuche fortgesetzt und gefunden, daß der Eintritt der Leitungsunterbrechung weit sicherer zu erzielen ist, wenn man eine größere Quantität der Novokain-Suprareninlösung Nr. IV (jederseits 3 ccm) injiziert, als mit den geringen zulässigen Kokaindosen. Die Anästhesie erstreckt sich nach seinen Beobachtungen stets auf den Kehldeckel und das ganze obere Kehlkopfinnere bis zur Glottis, ist aber unterhalb der Glottis nicht immer vollkommen. Sie erlaubt die Ausführung fast aller endolaryngealen Operationen, nur wenn tief im subglottischen Raum operiert werden soll, könnten Schwierigkeiten entstehen. Gegenüber der alten Anästhesierungsmethode durch Pinseln oder Einträufeln starker Kokainlösung bezeichnet Viereck als Vorteile der Leitungsunterbrechung der N. N. laryngei: 1. die genaue Dosierung und geringe Menge des angewandten Anästheticums; 2. die geringe Belästigung des Patienten bei der Anästhesierung; 3. die lange Dauer der Anästhesie, welche erlaubt, jeden Eingriff in größter Ruhe auszuführen; 4. die tiefe Anästhesie, welche erzielt wird. Mein Rat, es möchte das Verfahren auch anderwärts nachgeprüft werden, ist von Frey**) befolgt worden. Er sticht die Hohlnadel ganz in der von mir geschilderten Weise zwischen großem Zungenbeinhorn und oberem Horn des Schildknorpels ein und injiziert jederseits 1 ccm $1-1^1/_2\,^0/_0$ Kokainlösung mit Suprareninzusatz. Er macht die Injektion bei sitzender Stellung des Kranken. In ca. 30 Fällen war nur zweimal keine Anästhesie zu erzielen. Ich hatte, als ich die Kehlkopfanästhesierung in dieser Weise versuchte, eigentlich erwartet, daß nach der Leitungsunterbrechung der N. N. laryngei, so, wie man das im Gebiet unterbrochener Extremitätennerven (Kap. 16) beobachtet, das Kehlkopfinnere hyperämisch werden würde. Sowohl bei meinen ersten Beobachtungen, als bei denen von Frey und Viereck fand sich aber stets eine starke Anämie der Kehlkopfschleimhaut, welche augenscheinlich dadurch bedingt ist, daß die Injektion in unmittelbare Nachbarschaft der A. laryngea sup. gemacht und die Arterie durch das Suprarenin zur Kontraktion gebracht wird.

Tracheotomie. Sie ist eine Operation, welche bei Erwachsenen und älteren Kindern niemals die Narkose erforderlich macht. Das einfachste Anästhesierungsverfahren ist folgendes. Man markiert (Fig. 71)

---

*) Viereck: Die Braunsche Methode der Anästhesierung des Kehlkopfs. Münchner med. Wochenschrift 1906 S. 1495.

**) Frey: Über regionäre Anästhesierung des Kehlkopfs. Archiv f. Laryngologie und Rhinologie Bd. 18 Heft 2 (1906).

bei 1 und 2, seitlich von der Mitte des beabsichtigten Schnittes, zwei Einstichpunkte durch Quaddeln und injiziert von da aus Novokainlösung II zunächst in die Tiefe zur Seite der Trachea und des Ringknorpels, wie durch die Pfeile angedeutet ist. Zuletzt infiltriert man das Unterhautzellgewebe in der Richtung des Hackenbruchschen Rhombus 1—3—2—4. Man braucht beim Erwachsenen 30—50 ccm der Lösung. Nach einigen Minuten wird das Operationsfeld unempfindlich und blutleer. Die Operation ist sehr leicht auch mittels Infiltration der Schnittlinie auszuführen. Die Lösung ist zuerst in die tiefsten Schichten, also an die Vorderfläche der Trachea und des Ringknorpels zu injizieren, dann erst in das Unterhautzellgewebe und eventuell in die Haut. Das entstehende Ödem der Gewebe erschwert aber gerade diese Operation nicht unerheblich. Die zirkuläre Infiltration ist besser.



Fig. 71.

Über die Ausführung der Laryngotomie unter Lokalanästhesie besitze ich keine genügenden Erfahrungen. Wenn man zuvor die Kehlkopfschleimhaut von oben her genügend kokainisiert, dann das Operationsfeld in der für die Tracheotomie angegebenen Weise unempfindlich macht, muß sie sich wohl leicht bewerkstelligen lassen. Zur Laryngektomie wäre die zentrale Anästhesierung des N. laryngeus superior und inferior, die man in diesem Fall zunächst aufsuchen müßte, unerläßliche Vorbedingung.

Operationen an den Halslymphdrüsen. Halslymphome sind dann zur Exstirpation unter Lokalanästhesie geeignet, wenn es sich um einzelne Drüsen oder ringsum, auch in der Tiefe, gut abgegrenzte Drüsenpakete handelt, welche mehr oberflächlich gelegen sind, also immerhin ein nicht unbedeutender Prozentsatz aller zur Operation kommenden Fälle. Es ist dabei ganz einerlei, ob das Drüsenpaket mit der Haut verwachsen, erweicht, entzündet ist oder nicht. Auch stört eine das Drüsenpaket umgebende Narbenschicht die Anwendung der Lokalanästhesie so lange nicht, als rings um die Narben herum

noch gesunde, infiltrierbare Gewebe vorhanden sind. Die bekannten großen, längs der großen Gefäße entwickelten und mit ihnen verwachsenen Drüsentumoren können ebensowenig ein Objekt der Lokalanästhesie sein, wie die wegen maligner Drüsenmetastasen auszuführenden Drüsenausräumungen. Ich schildere das Anästhesierungsverfahren an einem Beispiel. Es handelt sich bei einem Patienten um die Exstirpation eines unter dem linken Kieferrande gelegenen, kleinapfelgroßen Drüsenpakets (Fig. 72); die Lage des Tumors ist durch Schattierung angegeben). Die Drüsen sind unter sich und mit der Haut verwachsen, von Narben umgeben, aber im ganzen ist die Geschwulst gut gegen ihre Umgebung abgegrenzt. Das letztere ist Vorbedingung. 50 ccm Novokainlösung II werden in folgender Weise injiziert. In angemessener Entfernung, eher etwas weiter, als zu nahe, von dem Tumor werden vier Einstichpunkte markiert. Der erste liegt unter dem Kieferwinkel, der dritte ebensoweit vor dem Tumor, der zweite in der Mitte des Kieferrandes, der vierte dem zweiten gegenüber unterhalb des Tumors. Von den markierten, unempfindlichen Punkten aus wird nun eine lange Hohlnadel unter den mit der linken Hand möglichst von seiner Unterlage abgehobenen Tumor, unter Vermeidung der narbig veränderten Gewebe geschoben, um die ihn in der Tiefe umgebenden Gewebe, ebenso ringsherum die ihn seitlich begrenzenden, normal beschaffenen Gewebsschichten zu infiltrieren. Zuletzt wird das Unterhautzellgewebe in Form des Hackenbruchschen Rhombus, dessen Ecken die vier Einstichpunkte bilden, infiltriert. 5—10 Minuten später ist die Haut des Operationsfeldes gegen Nadelstiche unempfindlich geworden, und das Drüsenpaket läßt sich, ganz wie in Narkose, teils stumpf, teils scharf, aus seiner narbigen Umgebung exstirpieren. Die parenchymatöse Blutung fehlt vollständig, einige Arterien spritzen und können unterbunden werden. Es vergehen zwei Stunden, bis der Kranke den ersten Wundschmerz an der durch die Naht geschlossenen Wunde spürt. Ganz in der gleichen Weise erfolgt die Anästhesierung, welche im Prinzip der S. 234 dargestellten pyramidenförmigen Umspritzung entspricht, wenn ein chronischer oder akuter Drüsenabszeß geöffnet oder ausgeschabt werden soll. Im allgemeinen beschränke man sich durchaus auf umschriebene, gut abgegrenzte, rings von gesunden, nicht



Fig. 72.

entzündeten, infiltrierbaren Geweben umgebene Erkrankungen. Denn nur, wenn das Operationsfeld im Gesunden umspritzt werden kann, ist vollständige Anästhesie zu erreichen. In manchen Fällen, wo es sich darum handelt, eine schnelle Inzision zu machen, mag man sich mit einer unvollständigen Anästhesierung begnügen, wenn eine vollständige Umspritzung des Operationsfeldes nicht möglich ist. Das ist z. B. der Fall bei vielen unter dem Kieferrande sich vorwölbenden Abszessen. Da ist eine Infiltration der Umgebung des nicht abzugrenzenden Abszesses hinter dem Kiefer meist nicht ausführbar. Man kann dann wenigstens die den Abszeß bedeckenden Gewebsschichten durch Infiltration in der Schnittlinie oder besser durch zirkuläre Infiltration des Unterhautzellgewebes unempfindlich machen. Die Eröffnung des Abszesses ist dann schmerzlos, nicht aber seine Rückwand, die sehr vorsichtig behandelt werden muß. Solche Operationen lassen sich besser und auch ohne Suprarenin machen, wenn man $1/2$ % Tropakokainlösung zirkulär injiziert und dann die von der Lösung durchtränkten Gewebe, sowie das ganze Operationsfeld mit dem Ätherspray abkühlt.

Wie Lymphome, so können auch alle anderen umschriebenen, gutartigen, ausnahmsweise auch kleine, in einem genau begrenzten Operationsfeld gelegene maligne Geschwülste der vorderen Halsgegend unter Lokalanästhesie exstirpiert werden. Bei größeren zystischen Geschwülsten befolgt man, wenn sie sich nicht primär umspritzen lassen, die Regel, anfangs nur ihre Vorderfläche zu anästhesieren, sie dann aufzuschneiden und nun von der Innenfläche her die weitere Umgebung zu infiltrieren. Die Nähe der großen Gefäße setzt in dieser Gegend einem Injektionsverfahren jeder Art sehr bald natürliche Grenzen.

Diffus verbreitete Phlegmonen der vorderen Halsgegend sind zur Anwendung der Lokalanästhesie nicht geeignet.

Für die Ausführung der Strumektomie unter Lokalanästhesie sind namentlich Socin, Roux und Kocher eingetreten, während andere Chirurgen (v. Eiselsberg, Dumont) zum Gebrauch der Narkose raten. Wir müssen uns darüber klar sein, daß das für die halbseitige Exstirpation in Betracht kommende Operationsfeld mittels der Lokalanästhesie nicht ganz unempfindlich zu machen ist. Die Anästhesierung beschränkt sich auf die den Kropf bedeckenden Weichteile, Haut, Faszien, Muskeln. Nach Lennander besitzt das Kropfgewebe selbst keine Sensibilität; mit ihm kommen wir aber in der Regel auch nur bei der Durchtrennung des Isthmus in Berührung. Die Kropf-

kapsel, die Umgebung der Gefäße, die Nachbarschaft der Trachea, namentlich jedes Zerren an diesen Teilen, ist schmerzhaft. Deshalb ist die Luxation des Kropfes, die Isolierung und Unterbindung der Gefäße, das Abtrennen und Durchschneiden des Isthmus mit Schmerz verbunden, mehr oder weniger, je nach der Empfindlichkeit des Kranken. Mit tiefen Injektionen ist da nicht viel zu machen. Die differenten Ansichten der Chirurgen über den Wert der Lokalanästhesie bei der Strumektomie erklären sich teilweise durch das verschiedene Verhalten der Kranken in verschiedenen Gegenden. Dafür haben wir den bestimmten Beweis in einer Mitteilung Hildebrands, welcher beobachtet hat, daß bei gleicher Technik die Strumektomien in Basel unter Lokalanästhesie gemacht werden konnten, in Berlin dagegen nicht. In meinem früheren (Leipzig) und jetzigen (Erzgebirge) Wirkungskreis muß man mit der Lokalanästhesie bei Kropfkranken ebenfalls vorsichtig sein. Ihre Anwendung ist bei empfindlichen Kranken nicht einmal ganz ungefährlich, wie folgender Fall zeigt.

Ich operierte am 15. September 1901 ein 17jähriges, etwas anämisches, sonst gesundes Mädchen wegen eines großen, erhebliche Trachealstenose verursachenden Kolloidkropfes. Ich exstirpierte zunächst den rechten Lappen ganz, nachdem ich die ihn bedeckenden Weichteile in der Schnittlinie durch Infiltration mit 50—100 ccm 0,1% Eukainlösung unempfindlich gemacht hatte. Dann wurde der stark vergrößerte, hinter das Schlüsselbein gewachsene untere Pol des linken Lappens luxiert; während dieses Aktes wurden einige Züge Äther pro forma verabreicht. Dann wurde das untere Drittel des linken Lappens streifenweise von dem Rest abgeklemmt und reseziert. Das Mädchen war während der Operation sehr standhaft und klagte wenig. Kurz vor Beendigung der Operation, die schnell und leicht, ohne Unterbrechung, ohne Störung, ohne Blutung vonstatten ging, kollabierte die Kranke, erholte sich dann wieder, kollabierte im Lauf der nächsten Stunden wiederholt, und starb 12 Stunden später im Kollaps trotz aller Gegenmaßregeln. Die Atmung war und blieb nach Entfernung des Kropfes frei. Bei der Sektion fand sich etwas blutiges Serum im Herzbeutel, hochgradiges Lungenödem, sonst nichts, insbesondere keine Luft in Herz oder Gefäßen.

Eine andere Ursache für den unglücklichen Ausgang, wie den durch die Ausführung der Operation ohne Narkose verursachten Shok, vermag ich nicht zu finden. In unserer Gegend operiert man daher die Mehrzahl der Strumen besser in Narkose, während ich allerdings die Lokalanästhesie unter allen Umständen bevorzuge, wenn erhebliche Trachealstenose besteht. Im letzten Jahr (1906) habe ich z. B. 30 Strumektomien ausgeführt, 27 in Narkose, 3 unter Lokalanästhesie. Eine Kranke war dabei sehr unruhig, die beiden anderen dagegen vollkommen ruhig. Zur Anästhesierung empfehle ich folgendes Ver-

fahren (Fig. 73). Man markiert 4—5 Einstichpunkte in angemessener Entfernung um das Operationsfeld herum. Punkt 1 liegt in der Regel in der Nähe des Jugulums, Punkt 2 über dem Isthmus, Punkt 3 und 4 liegen hinten auf dem Sternokleidomastoideus. Von diesen Einstichpunkten aus injiziert man Novokainlösung II in der Richtung der punktierten Linien. Man führt die Hohlnadel zuerst überall unter der Faszie vor und infiltriert erst später das Unterhautzellgewebe. Besonderes Augenmerk ist auf die reichliche Durchtränkung des (in der Abbildung nicht sichtbaren) auf dem Sternokleidomastoideus hinter dem Kropf gelegenen Injektionsstreifens zu legen. Denn fast die gesamte Innervation der oberflächlichen Halsweichteile erfolgt vom hinteren Rande des genannten Muskels her. Im ganzen braucht man etwa 75 ccm Lösung. Nach Einhalten der üblichen Wartezeit sind die den Kropf bedeckenden Weichteile unempfindlich und anämisch geworden. Bei der Luxation des Kropfes kann man nötigenfalls etwas Narkose geben. Ich ziehe dieses Verfahren der doppelseitigen Injektion am hinteren Rande des Sternokleidomastoideus nach Fig. 70 vor, weil in letzterem Fall das Operationsfeld, ähnlich wie bei Unterbrechung der Nervenleitung an den Extremitäten, ungewöhnlich hyperämisch wird.



Fig. 73.

Völlige Anästhesie eines aus dem Isthmus oder einem Seitenlappen zu enukleierenden isolierten Kropfknotens läßt sich erzielen, wenn man ihn durch pyramidenförmige Injektion einschließt, wobei also die Nadel in das Schilddrüsengewebe einzuführen ist. Die Anästhesierung der den Knoten bedeckenden Weichteile allein genügt auch hier nicht zur Erlangung vollständiger Unempfindlichkeit.

Die Furunkel und nicht über eine allzu große Fläche verbreiteten Karbunkel im Nacken sind ebenfalls mittels pyramidenförmiger Umspritzung zu anästhesieren. Man markiert vier Einstichpunkte, die in der Umgebung des Operationsfeldes in gesunder, nicht entzündeter Haut gelegen sind, und injiziert Kokainlösung I oder besser Novokainlösung II nach Fig. 30 (S. 234). Die Spitze der Pyramide liegt mitten

unter dem Operationsfeld, in der Nackenmuskulatur. Den Schluß der Injektion bildet ein Hackenbruchscher Rhombus dicht unter der Haut. Es tritt vollständige Gefühllosigkeit und fast vollständige Blutleere ein, so daß man ohne Assistenz die nekrotischen Gewebe exzidieren kann, um schnellere Heilung zu erzielen. Für einen größeren Karbunkel braucht man 40—60 ccm der Lösung

2. Operationen am Thorax und an der Brust.

Die Anästhesierung zur Pleurapunktion erfolgt nach der S. 242 gegebenen Vorschrift. Sie ist dann vollkommener, als wenn man sich auf die Abkühlung der Einstichstelle mit dem Chloräthylstrahl beschränkt.

Rippenresektion und Thorakotomie wegen Empyem. Diese Operation ist seit langer Zeit Gegenstand lokalanästhetischer Bestrebungen gewesen, weil bei ihr die Vermeidung der Narkose besonders erwünscht ist. Die Technik der Infiltrationsanästhesie wird von Reclus und Schleich ziemlich gleichlautend geschildert. Zuerst sollen Haut- und Unterhautzellgewebe mit Kokainlösung infiltriert und die Rippe freigelegt werden. Dann soll das Periost rings um das zu resezierende Rippenstück herum infiltriert werden. Nach Resektion der Rippe folgt Infiltration und Durchtrennung der Pleura. Auch bei sorgfältigster Ausführung der Injektionen ist, wenigstens beim Gebrauch Schleichscher Kokainlösung, nicht immer völlige Unempfindlichkeit zu erzielen. Jedenfalls ist die Technik dieser Anästhesierung sehr schwierig, wenn sie Ergebnis haben soll. Weit einfacher ist es, nach der S. 238 geschilderten Technik zu verfahren.

In Fig. 74 sind drei nebeneinander gelegene Rippen gezeichnet, aus der mittelsten soll das dunkel gehaltene Stück reseziert werden. Man markiert bei 1 und 2 zwei Einstichpunkte durch Quaddeln. Sie liegen über den benachbarten beiden Rippen, entsprechend der Mitte des beabsichtigten Schnitts. Zur Injektion dient Novokainlösung II. Man führt die Hohlnadel ununterbrochen injizierend, zunächst, wie die Pfeile c und d zeigen, durch den Zwischenrippenraum unter die zu resezierende Rippe, dann in der Richtung b, ebenfalls auf dem ganzen Wege, den die Nadelspitze zurücklegt, injizierend, an den oberen und unteren Rand der Rippe, zuletzt infiltriert man das Unterhautzellgewebe und, wenn der M. latissimus dorsi in Betracht kommt, auch diesen, in Form des Hackenbruchschen Rhombus, in der Richtung der mit a bezeichneten Pfeile. So ist das Operationsfeld durch eine muldenförmige Infiltration ausgeschaltet. 60—70 ccm der Lösung sind erforderlich. Man nimmt nun die Desinfektion vor und kann nach 5—10 Minuten

die Operation ausführen. Das Operationsfeld ist unempfindlich und blutleer. Die Operation kann am sitzenden Kranken gemacht werden, wenn ihm das Liegen auf der gesunden Seite Beschwerden macht.

Noch in anderer Weise läßt sich eine sehr vollkommene Anästhesie des Operationsfeldes bei Operationen an den Rippen erreichen. Man braucht hierzu die vier in Fig. 74 mit 3, 4, 5, 6 bezeichneten Einstichpunkte. Von jedem derselben infiltriert man den darunterliegenden Querschnitt des Zwischenrippenraumes bis auf die Pleura mit je 5 ccm der Lösung II, nimmt dann die Desinfektion vor, infiltriert 10 Minuten

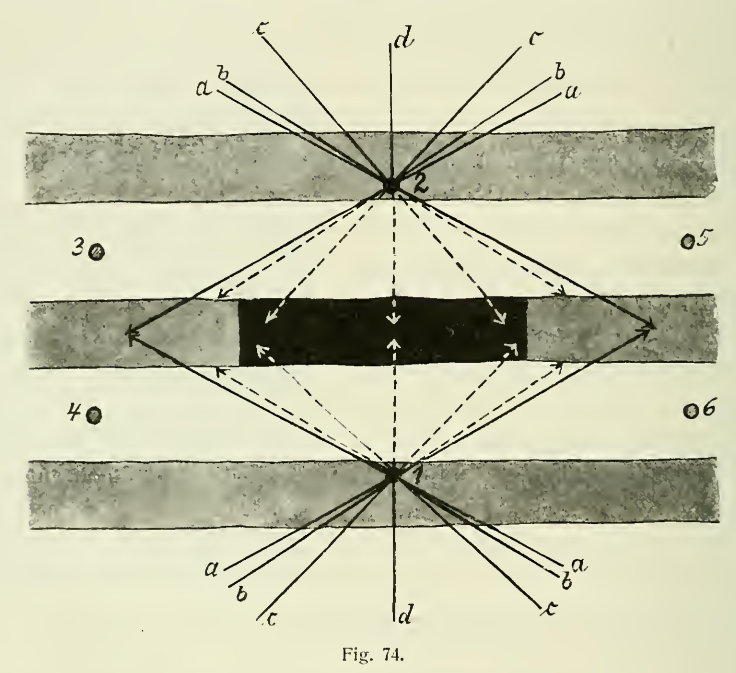


Fig. 74.

nach der ersten Injektion Haut und Unterhautzellgewebe in der Schnittlinie mit Lösung I und findet nun nach ihrer Durchschneidung das Operationsfeld in der Tiefe ebenfalls unempfindlich.

Rippentuberkulose. Ganz in derselben Weise erfolgt die Anästhesierung bei Operationen wegen Rippentuberkulose. Geeignet sind aber nur die auf eine Rippe beschränkten, gut begrenzten, meist frischen Prozesse. Abszesse und Fisteln müssen vollständig in das umspritzte Operationsfeld eingeschlossen werden können. Nicht geeignet für diese und jede andere Form der Lokalanästhesie sind die alten Rippentuberkulosen, wo irgend eine sichere Begrenzung des Operationsfeldes nicht möglich ist, wo Gänge die Gewebe wie in einem Ameisenhaufen

durchsetzen, und der Ausgangspunkt der Erkrankung gewöhnlich erst im Verlauf der Operation gefunden wird.

Operationen an dem leicht zugänglichen Schlüsselbein erfordern fast niemals die Narkose, sie sind unter Lokalanästhesie ebensogut ausführbar. Die Injektion der Lösung erfolgt nach dem Schema S. 238. Die beiden Einstichpunkte liegen mindestens daumenbreit ober- und unterhalb des Knochens (Fig. 75). Von ihnen aus führt man die Hohlnadel zuerst, ununterbrochen Novokainlösung II injizierend, in verschiedenen Richtungen unter das Schlüsselbein, zuletzt infiltriert man das Unterhautzellgewebe mit der gleichen Lösung in Form des Hackenbruchschen Rhombus, bei starkem Panniculus in zwei Schichten, einer tiefen und einer oberflächlichen. Das ganze Operationsfeld wird nach 5 bis 10 Minuten unempfindlich. Das Verfahren dient nicht nur zur Abmeißelung störender Kallusbildungen, sondern ich habe es auch mit dem gleichen Erfolg zu Operationen am osteomyelitisch erkrankten Schlüsselbein benutzt. Man kann das ganze Schlüsselbein auf diese Weise in das anästhetische Operationsfeld einschließen, braucht dann aber mehr Einstichpunkte, die alle oberhalb und unterhalb des Knochens liegen. In derselben Weise kann auch die Vorderfläche des Brustbeins (natürlich aber nicht dessen Rückseite) durch Umspritzung im Zusammenhang mit einem beliebig großen Gebiet der diesen Knochen bedeckenden Weichteile unempfindlich gemacht und bei Ausschabungen wegen Tuberkulose die Narkose entbehrt werden.

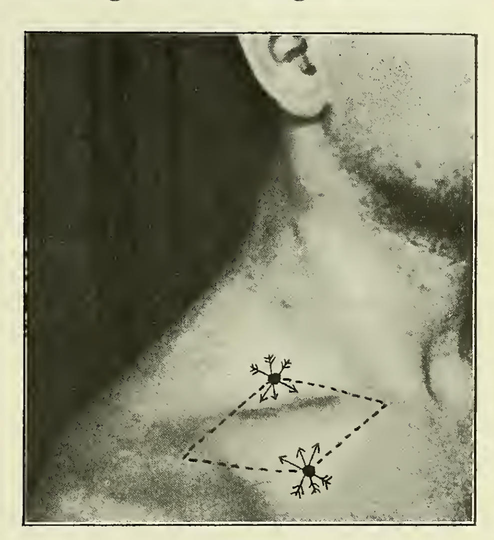


Fig. 75.

Operationen an der Mamma. Die Exstirpation kleinerer und größerer Tumoren aus der Mamma ist außerordentlich leicht unter Lokalanästhesie auszuführen, wenn sie gut abgegrenzt sind. Man markiert in der Umgebung des Operationsfeldes zwei oder bei größeren Geschwülsten vier Einstichpunkte, hebt die Geschwulst mit der linken Hand von der Unterlage ab und infiltriert mit Novokainlösung II pyramidenförmig nach dem Schema S. 234. Bei mageren Frauen und kleiner

Mamma reicht die Lokalanästhesie auch zur Entfernung der ganzen Mamma aus. Man infiltriert von mehreren rings um die Mamma gelegenen Einstichpunkten aus zuerst das retromammäre Bindegewebe, dann zirkulär das Unterhautzellgewebe rings um die Drüse herum. Nach der gewöhnlichen Wartezeit kann die Mamma entfernt werden. Für die operative Behandlung maligner Mammageschwülste ist die Lokalanästhesie nicht geeignet, es sei denn, daß man sich auf die Exstirpation einer kleinen Brustdrüse beschränken dürfte.

Auch von den eitrigen Entzündungen der Brustdrüse ist nur ein Teil für die Lokalanästhesie geeignet. Es sind das die Fälle, wo die Erkrankung deutlich fühlbar gegen die gesunde Umgebung abgegrenzt ist. Man injiziert so, als wollte man das erkrankte Gebiet wie einen Tumor exstirpieren, pyramidenförmig um das Operationsfeld herum. Die Anwendung der Lokalanästhesie bei diffusen Phlegmonen der Brustdrüse, wo Lage, Richtung und Ausdehnung der erforderlichen Inzisionen erst im Lauf der Operation zu erkennen ist, ist zu unterlassen. Man wird dadurch nur zu unvollkommenen, schlechten Operationen verleitet. Die für die Biersche Saugbehandlung von Brustdrüsenentzündungen nötigen kleinen Inzisionen können natürlich stets unter Lokalanästhesie (Chloräthylstrahl oder Schleichsche Infiltration) gemacht werden.

13. Kapitel.

Bauchoperationen.

Die Ausführbarkeit von Bauchoperationen unter Lokalanästhesie hängt von einer ganzen Reihe von Umständen ab, welche im einzelnen Fall wohl zu berücksichtigen sind. Es ist eine alte, bereits nach der Erfindung des Äthersprays gemachte Erfahrung, daß gelegentlich die Anästhesierung des Hautschnitts genügt, um die Eröffnung des Abdomens und Operationen an den geringe oder gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzenden Bauchorganen zu ermöglichen, und Bloch hat noch neuerdings wieder den Beweis geliefert, daß dies — sagen wir, bei der offenbar besonderen Beschaffenheit seines Krankenmaterials — häufig der Fall ist. Die örtliche Anästhesierung durch Kokain und seine Ersatzmittel hat aber doch einen wesentlichen Fortschritt gebracht, insofern als sie jetzt auch bei empfindlichen Kranken

mit Leichtigkeit und genügender Sicherheit eine wirkliche Ausschaltung der Sensibilität bei Durchtrennung der Bauchdecken von der Haut bis zum Peritoneum gestattet.

Wenn also die Operation sich wesentlich in oder vor den Bauchdecken abspielt, wie die Mehrzahl der Bruchoperationen, oder wenn ein einfacher Schnitt durch die Bauchdecken sofort auf das der vorderen Bauchwand anliegende, operativ zu behandelnde Organ führt, weitere Manipulationen in der Bauchhöhle aber nicht erforderlich sind, da ist die Lokalanästhesie am Platze. Einschnitte in den Magen und Darm, die Leber und Gallenblase und die übrigen Bauchorgane sind nicht schmerzhaft. Das Verhalten dieser Organe ist das gleiche im entzündeten und nicht entzündeten Zustande. Schmerzhaft und ganz besonders gegen die leiseste Zerrung empfindlich ist in der Bauchhöhle allein das von zerebrospinalen Nerven versorgte parietale Peritoneum der vorderen und hinteren Bauchwand und des Beckenbodens (Lennander). Nur selten und ausnahmsweise zeigt das Mesenterium Schmerzempfindlichkeit (vgl. 2. Kap.). Der Grad dieser Sensibilität ist individuell sehr verschieden. Bei einzelnen Kranken kann man nach Durchtrennung der Bauchdecken jede beliebige Operation an den Bauchorganen vornehmen, ohne zur geringsten Klage Veranlassung zu geben. Meist ist das aber durchaus nicht der Fall. Das Auseinanderziehen der Bauchwunde ist um so empfindlicher, je stärker es geschehen muß, das Eingehen mit der Hand in die Bauchhöhle, das Einlegen von Kompressen zwischen Bauchwand und Eingeweide, ebenso das Herausziehen derselben, das Lösen von Adhäsionen zwischen Eingeweiden und parietalem Peritoneum, jede Zerrung an den Bauchorganen ist schmerzhaft infolge von Zerrung des parietalen Peritoneums, oft so sehr, daß an ein Weiteroperieren gar nicht zu denken ist. Bei Peritonitis ist diese Empfindlichkeit der Bauchhöhle meistens erheblich größer, als bei normalem Peritoneum.

Daraus ergibt sich ohne weiteres, daß, wie überall, so auch bei Bauchoperationen nur derjenige Chirurg die Lokalanästhesie mit Nutzen und ohne Schaden verwenden kann, der sie auf die Fälle zu beschränken weiß, wo sie durchführbar ist. Die Bedingungen, die hierzu vorhanden sein müssen, wurden schon erwähnt, fehlen sie, so muß die Anwendung der Lokalanästhesie der Ausnahmefall bleiben. Folgendes ist noch zu berücksichtigen. Diagnose und Operationsplan müssen vor Beginn der Operation feststehen, Probelaparotomien geben sehr schlechte Resultate. Schlaffe, fettarme Bauchdecken erleichtern die Ausführung von Bauchoperationen, straffe Bauchdecken und ein starker

Panniculus adiposus erschweren sie. Bei entzündetem Peritoneum muß man sich ganz auf die Durchtrennung der Bauchdecken beschränken (Eröffnung der vorderen Bauchwand anliegender Abszesse, wenn man die Narkose vermeiden will). Auf das psychische Verhalten unserer Kranken ist gebührend Rücksicht zu nehmen (vgl. 10. Kap.). Ängstliche und aufgeregte Personen darf man nicht ohne Narkose laparotomieren. Frauen sind bei Bauchoperationen meistens toleranter wie Männer, was wohl in der Hauptsache mit ihren schlafferen Bauchdecken zusammenhängen mag. Schwerkranke, leidende, heruntergekommene Personen sind gewöhnlich weniger empfindlich als solche, deren Allgemeinbefinden durch die Krankheit, die sie befiel, nicht gestört ist.

Die Anästhesierung der Bauchdecken. Zur Anästhesierung der gesunden Bauchdecken, um einen Schnitt in der Mittellinie auszuführen, ist die schichtweise Gewebsinfiltration der Schnittlinie nach Reclus-Schleich das gegebene Verfahren. Die Schleichsche Infiltrationsanästhesie mit verdünnten Kokainlösungen und in Verbindung mit dem Ätherspray hat hier zuerst ihre Probe bestanden (S. 168). War die Übertragung dieses Verfahrens auf andere Körperteile und andere Operationen auch nicht immer von dem gleichen Erfolg begleitet, so bleibt ihm doch sein Wert für die Durchtrennung normaler Bauchdecken gesichert. Es kommt hauptsächlich darauf an, Haut und parietales Peritoneum unempfindlich zu machen. Die übrigen Gewebe sind in der Mittellinie des Abdomens so arm an Nervenelementen, daß sie gewiß meistens gar keine besondere Anästhesierung erfordern, jedenfalls aber durch eine Infiltration mit schwach anästhesierend wirkenden Lösungen sofort ihre geringe Sensiblität verlieren. Man kann also zuerst die Haut im Bereich der Schnittlinie, dann ebenso das Unterhautzellgewebe infiltrieren und durchtrennen, bis die Faszie freiliegt. Nun wird weiter das properitoneale Fett infiltriert, die Faszie gespalten und das Peritoneum freigelegt. Dies ist oft sehr empfindlich, muß daher besonders anästhesiert werden. Schleich beschreibt das folgendermaßen. „In die tiefsten Schichten des durch die Haken etwas emporgehebelten Präperitonealfettes wird eine halbe Spritze entleert und an dieser Stelle schmerzlos das Peritoneum geöffnet, sodann der Finger eingeschoben, nach abwärts gegen das Peritoneum in der Richtung des geplanten Schnitts angedrückt, damit dasselbe etwas emporgehebelt und nun unter Leitung des Fingers vom Präperitonealraum her die Nadel sub- oder intraperitoneal vorgeschoben; bei Spritzendruck fühlt man das Peritoneum schwellen und die Peritoneal-

quaddel sich gegen den andrückenden Finger vorwölben. Die so aufgeblähte Stelle wird durchschnitten und bei nachfassendem Finger und folgender Infiltration schrittweise das Peritoneum durchschnitten nach oben wie nach unten in erwünschter Ausdehnung. Dabei muß bemerkt werden, daß in entzündetem Peritoneum zu diesem Akt der Infiltration die Lösung I (Schleichs Lösung I, d. h. 0,2 % Kokainlösung) nötig wird." Reclus injiziert sonst in der gleichen Weise wie Schleich, erwähnt aber die Notwendigkeit einer besonderen Infiltration des Peritoneums nicht. Er verwendet $^1/_2$—1 % Kokainlösung und dadurch wird die Differenz bedingt. Das Peritoneum wird im Bereich des Operationsfeldes ganz von selbst unempfindlich, wenn in das präperitoneale Gewebe stärker, als die Schleichschen wirkende, d. h. konzentriertere oder mit Suprareninzusatz versehene, Kokainlösung injiziert wird. Ein großer Vorteil der Suprarenin enthaltenden Lösungen ist der, daß die Bauchdecken bis zur Anlegung der Naht unempfindlich bleiben. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse empfehle ich die Anästhesierung der Bauchdecken für den Medianschnitt in folgender Weise vorzunehmen.

Zur Injektion dient Novokainlösung II. Das Operationsfeld ist vollständig zur Operation vorbereitet und abgedeckt. Man infiltriert die Haut in der Schnittlinie durch eine Quaddelreihe. Von den Endpunkten der anästhetischen Hautzone aus infiltriert man das Unterhautzellgewebe einmal dicht auf der Faszie in der Schnittlinie, also auf der Linea alba, und ferner in Form eines langgestreckten Hackenbruchschen Rhombus dicht unter der Haut. Das letztere hat den Zweck, eine etwas breitere anästhetische Zone zu gewinnen, um auch das scharfe Auseinanderziehen der Wunde und weitgreifende Nähte am Schluß der Operation unempfindlich zu machen. Anstatt die Haut durch eine Quaddelreihe zu anästhesieren, kann man die Schnittlinie auch mit dem Ätherspray abkühlen (nachdem natürlich die Injektion in das Unterhautzellgewebe gemacht ist) oder so lange warten, bis die vom Hackenbruchschen Rhombus eingeschlossene Haut von selbst unempfindlich geworden ist. Es ist Geschmacksache, wie man das machen will. Nun trennt man Haut und Unterhautzellgewebe, bis die Linea alba überall freiliegt. Dann führt man die Hohlnadel — am besten eine rechtwinklig zur Spritzenachse abgebogene — flach unter die Faszie und infiltriert das präperitoneale Gewebe, durchtrennt dann die Linea alba so weit, wie beabsichtigt, zieht die Rektusränder etwas auseinander und infiltriert das präperitoneale Gewebe, welches die zum Peritoneum ziehenden Endzweige der zerebrospinalen Nerven enthält,

noch seitlich beiderseits ein Stück weit unter dem Muskel. Jetzt beeile man sich nicht zu sehr, sondern warte eine kleine Weile. Dann kann man das Peritoneum in ganzer Schnittlänge durchschneiden, durch Klemmen fixieren und Haken einsetzen. Damit ist aber auch die anästhesierende Tätigkeit des Chirurgen beendet. Was weiter geschieht, läßt sich durch die Lokalanästhesie nicht mehr wesentlich beeinflussen. Eine Injektion in die Bauchorgane zum Zweck der Anästhesierung erscheint mir zwecklos. Allenfalls kann man nach Eröffnung des Peritoneums die präperitoneale Infiltration rings um die Bauchwunde herum noch weiter vorschieben.

Für einen Schnitt, außerhalb der Linea alba, an einer muskelfreien Stelle, also am äußeren Rande des Rektus, geschieht die Anästhesierung der Haut und des Unterhautzellgewebes in derselben Weise. Man trennt die Weichteile bis auf die Faszie dicht neben dem Rektusrande. Unter ihr liegen die sensiblen Zweige der Interkostalnerven, quer zur Schnittrichtung verlaufend. Man kann sich in verschiedener Weise mit ihnen abfinden. Man injiziert unter die Faszie, in der Richtung und Ausdehnung des beabsichtigten Schnitts, 2—3 ccm Lösung III oder 5—10 ccm Lösung II und wartet nun 5 Minuten, ehe man die Operation fortsetzt. Alsdann kann man Faszie und Peritoneum in der Regel ohne Schmerz durchtrennen; nach Spaltung der Faszie aber, der Bauchmuskeln und der Fascia transversa infiltriert man zweckmäßig das präperitoneale Gewebe noch beiderseits von der Schnittlinie in größerer Ausdehnung. Bei mageren Individuen kann die subfasziale Injektion zu Beginn der Anästhesierung, vor Injektion in Haut und Unterhautzellgewebe, von zwei den Endpunkten des Hautschnitts entsprechenden Einstichmarken aus vorgenommen werden. Wenn man dann 5—10 Minuten wartet, die zur Vollendung der Vorbereitung des Operationsfeldes zu benutzen sind, läßt sich die Durchtrennung der Bauchdecken wie in Narkose in einem Zug ausführen. Oder aber man anästhesiert Haut und Unterhautzellgewebe in der angegebenen Weise, spaltet auch die Faszie, zieht ihre Ränder vorsichtig auseinander, sucht die das Operationsfeld durchquerenden, meist von Gefäßen begleiteten Nervenstämme auf und injiziert in die Scheide eines jeden, möglichst weit lateral, einige Tropfen Lösung III, worauf die weitere Spaltung der Bauchdecken sofort fortgesetzt werden kann. In ähnlicher Weise hat kürzlich Lennander die Ausführung dieses Schnitts beschrieben.

Quer- oder Schrägschnitte durch die muskulöse Bauchwand führe ich in folgender Weise aus. Ich schildere einen Schnitt, wie er

zur Entfernung der Appendix im Intervall dient. Er läuft parallel zum Lig. Poupartii, dicht oberhalb des Leistenkanals, aber mehr lateral. Anästhesiernng der Haut durch eine Quaddelreihe in der Schnittlinie. Infiltration des Unterhautzellgewebes in Form eines langgestreckten Hackenbruchschen Rhombus mit Novokainlösung II, wie oben. Durchtrennung der Weichteile, bis die Faszie und lateralwärts ein Stück des Muskelfleisches des M. obliquus ext. freiliegt. Reichliche Injektion von Lösung II in und unter dem M. obliquus externus in der Schnittlinie. Kurze Wartezeit. Spaltung des Muskels und seiner Faszie in der Richtung des Faserverlaufs. Starkes Auseinanderziehen der Schnittränder des Muskels und seiner Faszie. Es kommt nun die Schicht, in der Nervenstämme liegen. In Betracht kommen der N. ileohypogastricus, der N. ileoinguinalis und die unteren Lumbalnerven. Sie liegen in dem Muskelfleisch des M. obliquus internus und transversus, bzw. zwischen beiden Muskeln. Falls man bereits auf dem jetzt freiliegenden M. obliquus internus einen der Nervenstämme sieht oder durch Anfassen mit der Pinzette rekognoszieren kann, anästhesiert man ihn sofort durch einige Tropfen Lösung III. Dann injiziert man Lösung II oder Lösung III in einem Streifen längs des lateralen, nach außen gezogenen Randes des M. obliquus externus, möglichst weit lateral, in das Muskelfleisch des M. obliquus internus und transversus, also quer zur Faserrichtung dieser Muskeln. Man wartet einige Minuten. Spaltung der beiden Muskeln parallel ihrem Faserverlauf, medialwärts bis an den Rektusrand. Auseinanderziehen der Schnittränder dieser Muskeln nach oben und unten. Infiltration des nun vorliegenden präperitonealen Gewebes in weiter Ausdehnung rings um das Operationsfeld mit Lösung II. Durchtrennen des Peritoneums in querer Richtung. Die Durchschneidung der Bauchdecken, das notwendig sehr kräftige Auseinanderziehen der Schnittränder der einzelnen Schichten der Bauchwand und des Peritoneums, endlich die Versorgung der Bauchwunde durch Schichtennaht, wie lange auch die Operation dauern mag, ist auf diese Weise absolut unempfindlich. Die Ausführung eines derartigen Schnitts durch die Bauchdecken unter Lokalanästhesie erfordert natürlicherweise eine erheblich größere Zeit als in Narkose. Wer diese Zeit nicht anwenden will, muß die örtliche Anästhesierung unterlassen. Die perkutane primäre Infiltration sämtlicher Bauchwandschichten, worauf nach 5—10 Minuten die Bauchdecken ohne Aufenthalt durchtrennt werden können, gewährt bei dünnen Bauchdecken und mageren Personen genügende Sicherheit,

und ist natürlich sehr viel einfacher, als das geschilderte Verfahren.

Zur Ausführung kleiner Inzisionen, z. B. um einen Magenzipfel oder eine Darmschlinge in die Bauchwand einzunähen, infiltriert man Schicht für Schicht die Bauchdecken in der Schnittlinie mit Lösung II, die tiefsten Schichten zuerst, das Unterhautzellgewebe zuletzt, und wartet, bis Anästhesie eingetreten ist.

Welches sind nun diejenigen typischen Bauchoperationen, welche in der Regel und mit Vorteil unter Lokalanästhesie ausgeführt werden können. Da ist zunächst die Gastrostomie bei Ösophagusstenose zu nennen. Sie erfordert fast niemals die Narkose. Die heruntergekommenen Individuen, an denen diese Operation für gewöhnlich gemacht wird, sind so wenig empfindlich, daß sie kaum reagieren, wenn auch nur der Hautschnitt unempfindlich gemacht wird. Der Magen selbst ist unempfindlich gegen Stich und Schnitt. Reclus erwähnt ferner als besonders geeignet zur Lokalanästhesie die Inzision von Echinokokkuszysten der Leber und die Eröffnung des Abdomens bei tuberkulösem Ascites. Beide Eingriffe sind, da es sich lediglich um die Anästhesierung der Bauchwand handelt, ebenso sicher wie durch die Narkose schmerzlos zu gestalten. Dasselbe gilt von der operativen Behandlung anderer zystischer Geschwülste der Bauchhöhle, die in die Bauchwunde eingenäht und eröffnet werden sollen, z. B. der Pankreaszysten, vorausgesetzt, daß das Krankheitsbild klar ist und der Operationsplan feststeht. Ich hatte einmal Gelegenheit, eine Pankreaszyste unter Lokalanästhesie zu operieren. Keinerlei Schwierigkeiten bereitet das Einnähen und Eröffnen einer vergrößerten, der Bauchwand anliegenden Gallenblase. Da aber das nur in den allerwenigsten Fällen der einzige Zweck der operativen Behandlung ist, da zum mindesten in jedem Falle eine eingehende Untersuchung der Gallengänge nach der Eröffnung des Bauches stattfinden muß, erfordern Gallenblasenoperationen so gut wie ausnahmslos die Narkotisierung der Kranken. Dagegen ist für die Anlegung einer Darmfistel oder eines Anus praeternaturalis die Lokalanästhesie in der Regel indiziert. Schleich erwähnt endlich noch die Ventrofixatio Uteri als einen Eingriff, der sich sehr gut unter Lokalanästhesie machen ließe. Schmerzhafte Zerrungen der Beckenorgane werden dabei wohl selten zu vermeiden sein. Eine Operation, die sich wahrscheinlich ausnahmslos unter Lokalanästhesie machen läßt, ist der operative Verschluß eines künstlichen Afters. Das gelingt jedoch nur dann sicher, wenn man sich nicht auf die Infiltration der den After

umgebenden, narbigen entzündeten Gewebe einläßt, sondern eine primäre Umspritzung des Operationsfeldes im Gesunden vornimmt. Ich will das an einem Beispiel schildern.

Es handelte sich darum, bei einem 56jährigen Manne einen Anus praeternaturalis am Colon transversum wieder zu verschließen, der zum Zwecke der Exstirpation eines Karzinoms der Flexura iliaca angelegt worden

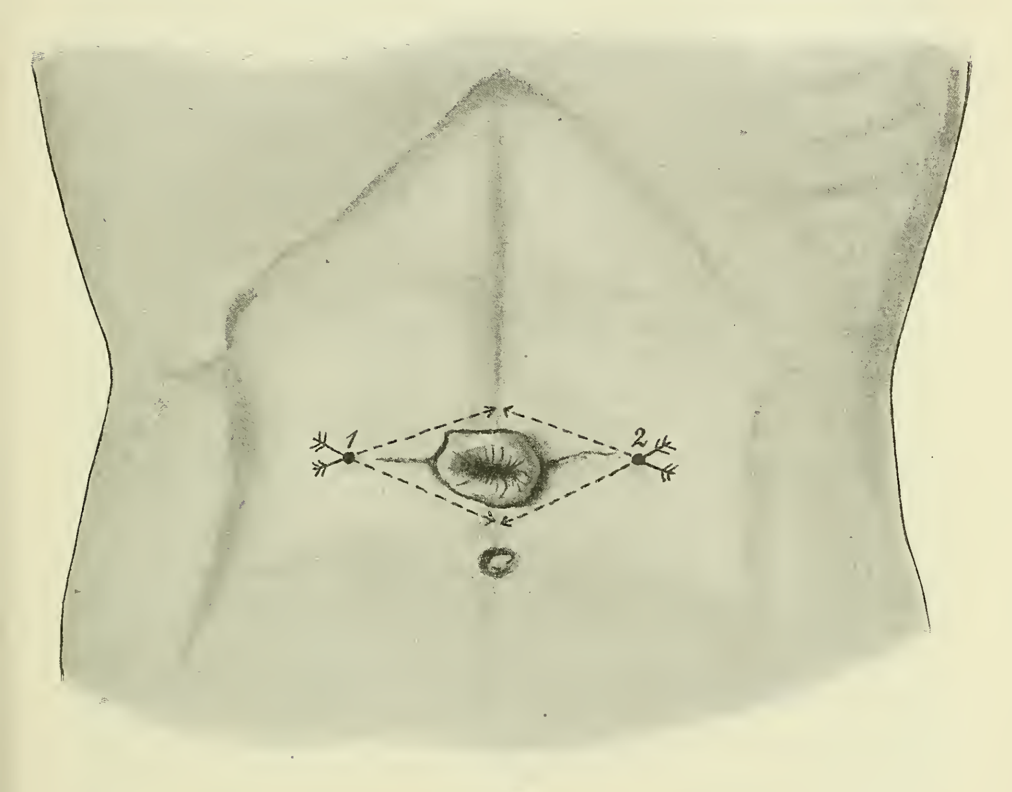


Fig. 76.

war. Die Öffnung lag oberhalb des Nabels in der Mittellinie, die Hautnarbe verlief in querer Richtung, der Sporn war durch die Mikuliczsche Klemme beseitigt worden (Fig. 76). 50 ccm Lösung I wurden in folgender Weise injiziert. Zwei Einstichpunkte wurden durch Quaddeln markiert; jeder derselben lag in der Verlängerung der Narbe, außerhalb derselben, ungefähr in der Gegend des äußeren Rektusrandes. Der linke Zeigefinger wurde in den Darm eingeführt — eine sehr wichtige Maßregel — und unter seiner Leitung die bei 1 eingestochene Hohlnadel infiltrierend durch den geraden Bauchmuskel bis unter die

Linea alba oberhalb des künstlichen Afters vorgeschoben, dann zurückgezogen und noch einmal dicht oberhalb der Narbe, ebenfalls in der Tiefe, in der Nähe des Peritoneums bis an den rechten Rand des Faszienspaltes infiltrierend vorgeschoben. Dasselbe geschah von Punkt 1 an der den After abwärts begrenzenden Seite und ebenso von Punkt 2, so daß nunmehr die die Bauchwand durchsetzende Öffnung in den tieferen Gewebsschichten ganz von infiltriertem Gewebe umgeben war. Es folgte Infiltration des Unterhautzellgewebes in Form des Hackenbruchschen Rhombus, von Punkt 1 und 2 aus in der Richtung der Pfeile. Nach fünf Minuten konnte die Operation ganz wie in Narkose ausgeführt werden. Sie bestand in Ausschaben einiger noch vorhandenen Granulationen, Exzision der ganzen Narbe, Ablösen der Darmwand von der Bauchwand, Naht der Darmwand und teilweiser Naht der Bauchdecken. Dies Verfahren ist die typische Anästhesierungsmethode für Operationen, welche den Verschluß von Fisteln des Darmes, der Gallenblase und anderer Hohlorgane erstreben. In der Ileocoecalgegend braucht man meistens vier den After umgebende Einstichpunkte, um den Muskelrand um die Öffnung herum sorgfältig infiltrieren zu können. Den bisherigen Injektionsmethoden bereiteten diese Operationen, weil sie sich in narbig veränderten, teilweise entzündeten Geweben abspielen, meistens sehr erhebliche Schwierigkeiten.

Damit ist, wiederum die Bruchoperationen ausgenommen, die wesentliche Bedeutung der Lokalanästhesie für die Abdominalchirurgie erschöpft. Ich weiß sehr wohl, daß sich auch andere Operationen, wie die Gastroenterostomie und die Ovariektomie manchmal nach örtlicher Anästhesierung der Bauchdecken gut ausführen lassen, und habe sie oft auf diese Weise ausgeführt, um dann davon ganz wieder abzukommen. Denn bei der Gastroenterostomie scheitert die Lokalanästhesie gar zu oft, wenn der Magen zum Zweck einer genaueren Untersuchung vorgezogen und die zur Anastomose bestimmte Jejunumschlinge gesucht werden soll. Auch bei der Ovariotomie sind schmerzhafte Zerrungen fast niemals zu vermeiden, und, wenn Adhäsionen vorhanden sind, bleibt der Mißerfolg nicht aus. Die von Reclus und Schleich empfohlene Kokaininjektion in den Stiel des Kystoms ändert daran nichts, und ist überhaupt überflüssig. Man ist ganz von der subjektiven Empfindlichkeit des Kranken abhängig, ob man etwas Derartiges durchführen kann oder nicht, und ich glaube nicht, daß man dem Bestreben, die Lokalanästhesie in weiteren Kreisen zu verbreiten, einen Dienst erweist, wenn man

empfiehlt, diese Operationen ohne Narkose zu machen. So steht es auch mit der Intervalloperation bei Perityphlitis. Ich habe sie einige Male unter besonderer Begründung auf Wunsch des Kranken und Hausarztes in Lokalanästhesie gemacht. Waren keine Adhäsionen da, so ließ sich die Operation gut, wenn auch nicht ohne Schmerzen zu Ende führen, waren Adhäsionen da, fiel der Wurmfortsatz nicht aus der Bauchwunde geradezu heraus, so ging die Sache nicht. Ich schilderte oben die Anästhesierung des Bauchdeckenschnittes, weil sie an dieser Stelle gerade sehr demonstrabel ist. Ich bin aber der Meinung, daß die Perityphlitisoperationen mit verschwindenden Ausnahmen kein Objekt für die Lokalanästhesie sind. Auch für die Eröffnung von der vorderen Bauchwand anliegenden perityphlitischen Abszessen — andere sind überhaupt ausgeschlossen — ist die Anwendung der Lokalanästhesie nur ausnahmsweise angezeigt. Denn wenn auch die Eröffnung des Abszesses keine Schmerzen verursacht, so ist doch eine genaue Orientierung über die Ausdehnung der Eiterung im Abdomen am nicht narkotisierten Kranken meistens nicht möglich. Mit dem gemischten Verfahren, nämlich nur zu narkotisieren, wenn man mit der Lokalanästhesie nicht weiter kommt, habe ich mich nicht befreunden können.

Operationen an Unterleibsbrüchen. Die Bruchoperationen sind seit der Einführung des Kokains ganz besonders häufig, mit mehr oder weniger Erfolg, Gegenstand der Lokalanästhesie gewesen. Jeder Autor, der sich zu dieser Frage geäußert hat, berichtet über günstige Erfahrungen, und Reclus hat schon im Jahre 1889 Bruchoperationen nur noch ausnahmsweise in Narkose ausgeführt. Er bezeichnet die Operation einer eingeklemmten Hernie als den Triumph des Kokains. Dasselbe sei hier das Anästheticum der Wahl, und nur besondere Umstände, sehr großes Volumen der Hernie, ausgedehnte Verwachsungen, die Wahrscheinlichkeit von Komplikationen, rechtfertigen nach seiner Ansicht die Anwendung der Narkose. Schleichs Infiltrationsanästhesie war insofern ein Fortschritt, als nicht mehr die großen Kokaindosen Reklus' zur Verwendung kamen. Aber es läßt sich wohl kaum leugnen, daß dieser Fortschritt, wenigstens bei Leisten- und Schenkelbrüchen, auf Kosten der Sicherheit der Anästhesierung erfolgt ist. Die Äste des N. ileo-inguinalis, des N. spermaticus und N. ileo-hypogastricus bleiben schmerzhaft und leitungsfähig, wenn man die Gewebe, in denen sie enthalten sind, auch noch so reichlich mit Schleichschen Lösungen infiltiert. Auch schwindet die durch Infiltration mit Schleichschen Lösungen hervorgerufene

Anästhesie der Haut schneller, als man mit einer Radikaloperation fertig zu sein pflegt.

Es besteht, wie von vielen Chirurgen bemerkt worden ist, eine erhebliche Differenz, ob man Kranke mit eingeklemmten Hernien operiert, oder man die Radikaloperation einer freien Hernie ausführt. Erstere lassen sich gewöhnlich, ohne daß sie klagen, operieren, wenn man auch nur die Anästhesierung der Haut vornimmt, im letzteren Falle scheitert dieser Versuch. Ob man außer der Haut hierbei auch noch andere Gewebe mit Schleichschen Lösungen infiltriert, scheint für dieses Ergebnis ohne wesentlichen Belang zu sein. Wenn man also Herniotomien bei eingeklemmten Brüchen mit gutem Erfolg unter Lokalanästhesie operiert, so beweist das noch keineswegs die Güte und Sicherheit des angewendeten Anästhesierungsverfahrens. Die Ursache des verschiedenen Verhaltens von Kranken mit eingeklemmten und freien Hernien ist eine doppelte. Sie liegt zum Teil auf psychischem Gebiet. Der eine Kranke, der mit der Einklemmung, weiß, daß Gefahr im Verzuge ist, wartet sehnlichst darauf, von seinen Beschwerden befreit zu werden und übersieht den Schmerz. Der andere fordert vom Operateur an erster Stelle, schmerzlos operiert zu werden, wie es ihm versprochen war, und kontrolliert seine Empfindungen auf das genaueste. Zum anderen Teil ist aber die geringere Schmerzhaftigkeit bei dem ersten Kranken wirklich objektiv vorhanden. Denn besonders beim Leistenbruch wird ein großer Teil des Operationsfeldes von Nerven versorgt, welche durch den Leistenkanal verlaufen, von der Einklemmung also mit betroffen sind und leitungsunfähig werden müssen, wenn letztere einige Zeit bestanden hat. Man arbeitet da also wahrscheinlich oft in einem durch Leitungsanästhesie bereits unempfindlich gewordenen Gebiet. Durch Cushings prinzipielle Anästhesierung dieser Nervenstämme und durch die Anwendung des Suprarenins hat die Lokalanästhesie auch bei Radikaloperationen freier Leistenbrüche an Sicherheit ganz erheblich gewonnen.

Was bei diesen Operationen unempfindlich gemacht werden muß, sind die Bauchdecken mit dem parietalen Peritoneum und der Bruchsack mit seinen Hüllen. Eine Anästhesierung des Bruchinhaltes ist weder nötig noch möglich. War es gelungen, den Bruchsack in ganzer Ausdehnung gefühllos zu machen, so ist auch die Lösung von Adhäsionen nicht schmerzhaft. Sehr unangenehme Sensationen, die gar nicht im Operationsfelde lokalisiert zu werden pflegen, ruft das Herausziehen von Darmschlingen und die Zerrung am Mesenterium und

Netz hervor, schmerzhaft ist bisweilen das Abbinden des Mesenteriums, sowie scharfes Anziehen des abgelösten Bruchsackes.

Herniotomie und Radikaloperation bei Nabelbrüchen. Bei kleineren und mittelgroßen, eingeklemmten oder nicht eingeklemmten, reponiblen oder nicht reponiblen Nabelbrüchen ist die örtliche Anästhesierung absolut sicher und vollkommen. Man findet zwei verschiedene Formen von Nabelbrüchen: die eine angeboren, bei mageren jugendlichen Individuen, meistens klein, oft ganz reponibel, die Bruchpforte deutlich fühlbar und für den Zeigefinger passierbar, die andere,

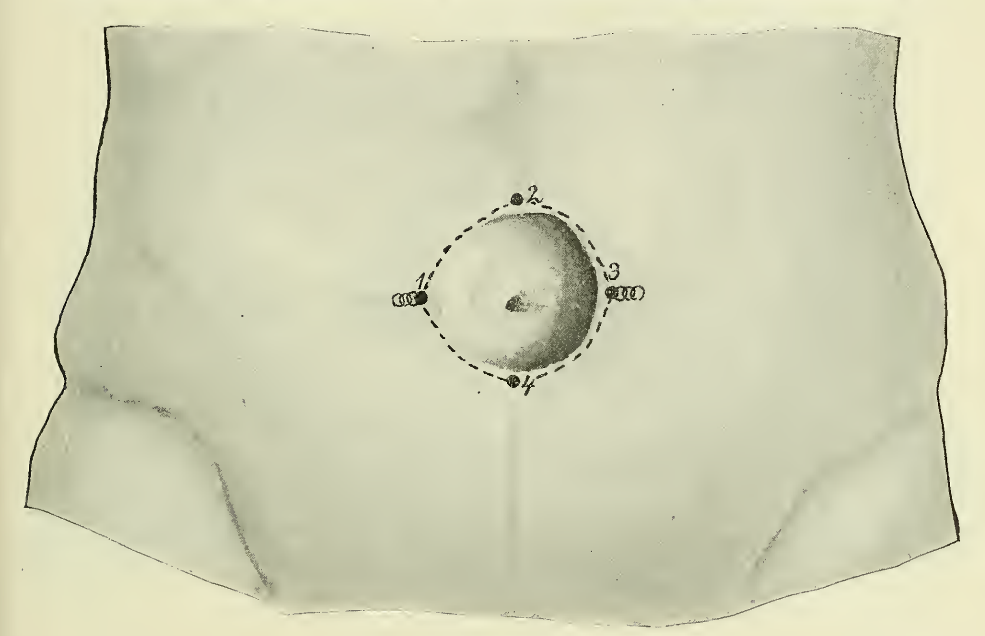


Fig. 77.

erworbene Form, bei älteren, fetten Menschen, meist irreponibel, die Bruchpforte nicht deutlich zu fühlen. Die Nabelbrüche kleiner Kinder kommen natürlich hier überhaupt nicht in Frage. Bei der ersten Form ist das Anästhesierungsverfahren dasselbe, wie oben für den Verschluß des künstlichen Afters geschildert worden ist. Man markiert in der Umgebung der Bruchgeschwulst (Fig. 77) vier Einstichpunkte. Man legt die Spitze des linken Zeigefingers in die Bruchpforte, wenn das möglich ist, sticht die Hohlnadel bei 1 ein, führt sie sofort unter die Faszie und infiltriert die Umgebung der Bruchpforte mit Novokainlösung II. Dasselbe geschieht von den drei anderen Einstichpunkten aus. Dann infiltriert man rings um den Bruchsack herum das Unter-

hautzellgewebe in einer tiefen und einer dicht unter der Haut gelegenen Schicht in Form des Hackenbruchschen Rhombus. Jetzt wird die letzte Desinfektion des Operationsfeldes vorgenommen und gewartet, bis die Haut über der Bruchgeschwulst unempfindlich gegen Nadelstiche geworden ist. Zur Verlängerung des Hautschnittes können noch (z. B. bei 1 und 3) einige Quaddeln angelegt werden. Nun kann die Operation vorgenommen werden, wobei weitere Injektionen meist nicht nötig sind. Findet man, daß Ziehen am Bruchsack,

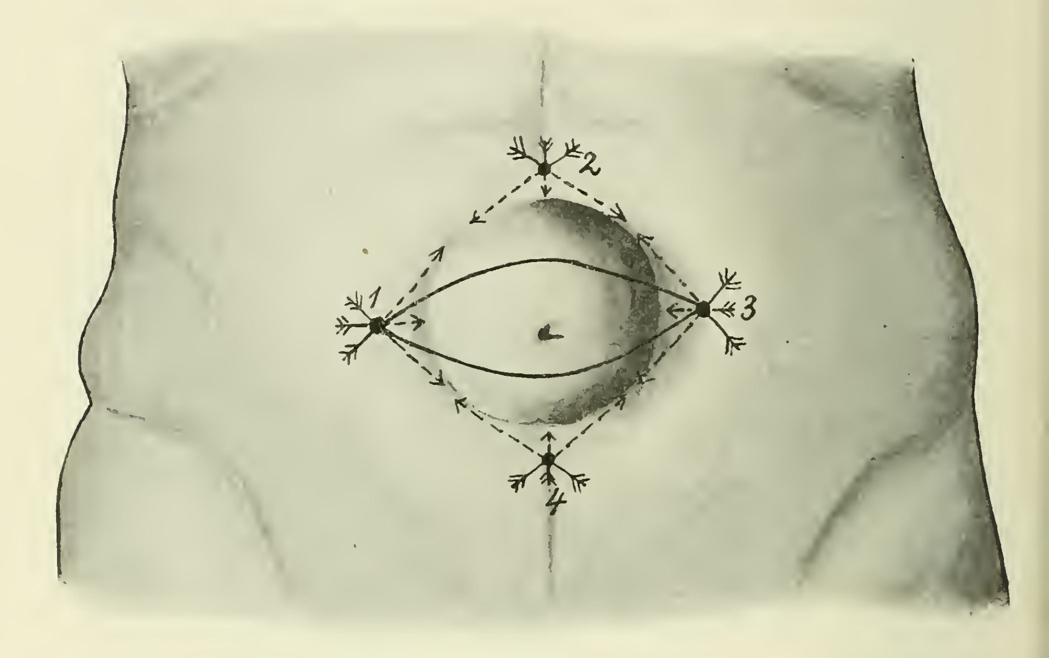


Fig. 78.

nachdem er eröffnet ist, noch schmerzhaft ist, so injiziert man von der Innenseite des Bruchsackhalses her Lösung II in das präperitoneale Gewebe.

Bei größeren Hernien, besonders wenn sie irreponibel und eingeklemmt sind und bei fetten Personen ist folgendes Verfahren besser (Fig. 78). Das Operationsfeld ist fertig gemacht und abgedeckt, alles für den Beginn der Operation vorbereitet. Man markiert die Endpunkte des beabsichtigen Schnittes durch 2 Quaddeln (1 und 3) und noch zwei andere Einstichpunkte (2 und 4). Man injiziert von da aus Novokainlösung II in der Richtung der Pfeile rings um die Bruchgeschwulst, nicht unter dieselbe, sondern entsprechend ihrer größten Zirkumferenz,

ihres Äquators. Man zeichnet dann den Schnitt (Querschnitt, Längsschnitt, oder, wie in der Abbildung angedeutet, Ovalärschnitt), durch eine Quaddelreihe vor, um nun sofort die Haut bis auf den Bruchsack zu umschneiden und ringsherum so weit zurückzupräparieren, bis die vordere Hälfte der Bruchgeschwulst bis zu deren Äquator ringsherum freiliegt. In der Linie dieses Äquators schneidet man den Bruchsack ringsherum auf, Adhäsionen vorsichtig lösend, und entfernt die vordere Hälfte desselben als halbkugelige Kappe, im Zusammenhang mit dem beim Ovälarschnitt wegfallenden Hautstück. Jetzt liegt die zweite Hälfte des Bruchsacks mit dem Bruchinhalt frei zutage. Man infiltriert nunmehr, bevor man weitere Adhäsionen löst, den Bruchinhalt bald nach der einen, bald nach der anderen Seite mit dem Finger abhaltend, von der Innenfläche des Bruchsackrestes her das denselben umgebende Fettgewebe und den Faszienring. Möglichst bis über die Bruchpforte hinaus im Bruchsackhals injiziert man ferner die Lösung ringsherum unter dessen peritoneale Auskleidung. Nach kurzer Wartezeit können weitere Adhäsionen gelöst und, wenn keine Einklemmung besteht, Teile des vorliegenden Netzes abgebunden, die vorgefallenen Eingeweide reponiert werden. Ist die Hernie eingeklemmt, so löst man erst die untere Hälfte des Bruchsackes von ihrer Umgebung ab, bis man ringsherum die Faszie zu Gesicht bekommt, infiltriert ringsherum subfaszial die Umgebung der Bruchpfortenränder von mehreren Einstichpunkten aus, die Nadel womöglich gleich in das präperitoneale Gewebe vorschiebend, spaltet den einklemmenden Ring da, wo er am besten zugänglich ist, womöglich in der Linea alba, und verfährt wie oben. Sobald man nun die Bruchpforte frei hat, schiebt man die Infiltration des präperitonealen Gewebes von der Innenfläche des Bruchsackhalses her nochmals so weit, als erreichbar, seitlich unter die Recti vor. Dann kann der Bruchsack ganz herausgezogen und hoch unterbunden werden. Die Ausführung einer Darmresektion erfordert keine weiteren Anästhesierungsmaßregeln. Nabelhernien, die eine gewisse Größe, etwa Faustgröße, überschreiten, würde ich, wenigstens bei fetten Menschen, nicht mehr unter Lokalanästhesie operieren. Man braucht dann zu viel von dem Anästheticum, wenn man das Operationsfeld wirklich ganz unempfindlich machen will, und die ganze Sache wird zu umständlich und zu mühsam. Die Anästhesierung bei anderen Hernien der vorderen Bauchwand erfordert keine besondere Darstellung. Das Verfahren entspricht durchaus dem bei Nabelbrüchen. Es ist aber zu raten, die Lokalanästhesie auf Hernien zu beschränken, bei denen zu erwarten ist, daß Faszien

und Muskelnaht voraussichtlich ohne große Spannung möglich ist. Aus diesem Grunde sind die meisten postoperativen Hernien kein geeignetes Objekt für die Lokalanästhesie.

Leistenbrüche. Das Operationsfeld bei Leistenbrüchen umfaßt das Skrotum mit seinem Inhalt (Hoden, Samenstrang und Bruchsack), ferner den Samenstrang bis zum inneren Leistenring, den Bruchsackhals, endlich die Bauchdecken in der Umgebung des Leistenkanals (Faszie des M. obliquus externus, untere Ränder des M. obliquus internus und transverus). Es hat keinerlei Schwierigkeiten, das Skrotum und seinen Inhalt, einschließlich eines in ihm enthaltenen Bruchsackes vollständig gefühllos zu machen. Die Schwierigkeiten beginnen erst am Leistenkanal selbst, seinem Inhalt und seiner Umgebung, und zwar hauptsächlich deshalb, weil der Operateur dort mit einigen Nervenstämmen in Kollision gerät. Fig. 79 zeigt die komplizierte Innervation dieses Gebietes.

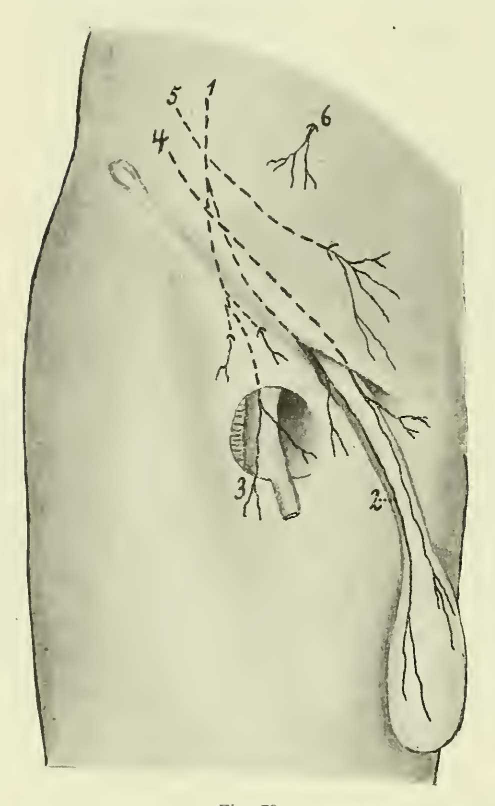


Fig. 79.
1 N. genito-femoralis. 2 N. spermaticus externus. 3 N. Lumbo-inguinalis. 4 N. ilio-inguinalis. 5 N. ilio-hypogastricus. 6 Rami cutanei ant. N. intercost. XII.

Der N. spermaticus externus, Ast des N. genito-femoralis, gesellt sich am inneren Leistenring zum Samenstrang, begleitet ihn und verläßt an seiner unteren Seite den Leistenkanal, um sich alsdann im Kremaster, der Tunica dartos, der Haut des Skrotums, oder des Labium majus, sowie des Oberschenkels in der Nachbarschaft des äußeren Leistenringes zu verbreiten.

Der N. ileo-inguinalis liegt oberhalb der Sp. a. s. zwischen den schrägen Bauchmuskeln, tritt dann unter die Faszie des M. obliquus externus und verläßt an der vorderen Seite des Samenstranges oder Bruchsackes den Leistenkanal. Er gibt Äste zur Haut des Oberschenkels, des Skrotums, des Mons pubis ab.

Der N. ilio-hypogastricus läuft ungefähr parallel dem vorigen und etwas höher, zunächst auch zwischen den schrägen Bauchmuskeln, dann in der Inguinalgegend unter der Faszie des M. obliquus externus. Er durchbohrt die vordere Rektusscheide, gelangt so in das Unterhautzellgewebe und innerviert die Haut der Inguinalgegend.

Die drei Nerven anastomosieren untereinander, es kann einer oder zwei fehlen, und durch zwei oder einen anderen ersetzt sein. Am konstantesten ist nach Bodine der N. ileo-hypogastricus, der nicht selten einen den N. ileo-inguinalis ersetzenden Ast durch den Leistenkanal schickt. Auch der N. ileo-inguinalis und spermaticus externus können sich gegenseitig vertreten. Der tiefer gelegene N. lumbo-inguinalis kommt bei Leistenbruchoperationen kaum in Betracht. Werden die drei erstgenannten Nerven möglichst weit zentralwärts kokainisiert, so muß, worauf Cushing hinwies, der größte Teil des Operationsfeldes unempfindlich werden.

Sehen wir nun zu, wie die Autoren sich mit diesem Operationsfeld abgefunden haben, und hören zunächst, wie Reclus seine Injektionstechnik schildert. Er sagt folgendes: „Ich mache zunächst, gemäß den allgemeinen Regeln, einen Hautstreifen von ungefähr 8 cm Länge zur Ausführung des Hautschnittes durch intrakutane Injektionen analgetisch. Hierauf folgt Injektion in das darunterliegende Unterhautzellgewebe in derselben Ausdehnung und besonders in der Umgebung des äußeren Leistenringes. Dort sind zahlreiche Venen und Nerven vorhanden, deren Durchschneidung ohne vorherige Kokainisierung Schmerz verursachen würde. Ich durchtrenne Haut, Unterhautzellgewebe und Fett bis auf die Faszie des M. obliquus externus; ich erkenne den äußeren Leistenring und den Bruchsack. Ich steche die Nadel unter die Aponeurose in den M. obliquus internus und transversus; ich anästhesiere dadurch diese zweite Schicht; noch bevor ich sie bis zum inneren Leistenring spalte, injiziere ich längs des Samenstranges an seinem Austritt aus dem Leistenkanal und auch rechts und links von ihm 1 ccm der anästhesierenden Lösung. Es folgt die Isolierung des Bruchsackes. Sollten sich einige Adhärenzen desselben bei dem Versuch, sie zu durchtrennen, schmerzhaft erweisen, was selten vorkommt, so wird in dieser Stelle etwas Kokainlösung injiziert. Wenn der Bruchsack bis oben isoliert ist, kann man, bevor man ihn eröffnet, 1—2 ccm Kokainlösung in ihn hinein injizieren, um das Peritoneum, das Netz und die Darmschlingen zu anästhesieren. Es folgt die Eröffnung des Bruchsackes, die Versorgung des Bruchinhalts, das Abbinden des Bruchsackes und die Naht der Bauchdecken nach Bassini."

Reclus braucht für diese Operation 14—18 ccm einer 1% Kokainlösung. Es unterliegt keinem Zweifel, auf diese Weise läßt sich eine vollkommene Anästhesie des Operationsfeldes erzielen, denn die stark wirkende Kokainlösung beeinflußt schnell und sicher auch die sensiblen Nervenstämme der Inguinalgegend.

Hackenbruch umspritzt die Bruchgeschwulst subkutan in zirkulärer Weise in solcher Ausdehnung mit der analgesierenden Flüssigkeit (Kokain und Eukain zu je ½—1% enthaltend), daß der ganze Bruchsack schmerzlos freigelegt werden kann. Am Bruchsackhals wird eine weitere zirkuläre Injektion gemacht, ebenso werden die Weichteile der Bruchpforte, soweit sie durchschnitten und vernäht werden sollen, zirkulär oder gabelförmlig mit derselben Lösung umspritzt.

Schleichs Bemerkungen über die Leistenbruchoperationen sind sehr kurz und beschränken sich auf die zur Beseitigung einer Einklemmung anzuwendenden Maßnahmen. Er sagt hierzu folgendes: „Für die Herniotomie muß bemerkt werden, das dieselbe durch die schichtweise Infiltration und Durchtrennung der Bruchsackhüllen, durch die deutliche Markierung der Gewebe erheblich erleichtert wird, namentlich gelingt es vorzüglich mittels des Auges, die nicht infiltrierte Wand des Darmstückes von dem infiltrierten äußeren Peritonealblatt zu differenzieren, selbst wenn kein Bruchwasser vorhanden sein sollte. Von dieser zirkumskripten Stelle aus wird dann, wie überall, das Peritoneum auf- und abwärts infiltriert, unter Leitung des Fingers und mittels langer gebogener Kanülen, welche hier unentbehrlich sind, über dem gegengehaltenen Finger die Bruchpforte in der Richtung des geplanten Einschnittes diffus und reichlich infiltriert und mit geknöpftem Messer erweitert." Später empfahl Schleich, die Innenfläche des Bruchsackes durch Oberflächenapplikation eines Anästheticums (Tropakokain) unempfindlich zu machen. Für die Herniotomie eines eingeklemmten Leistenbruchs genügt das Schleichsche Verfahren meistens, in der Umgebung des Leistenkanals aber ist durch die Schleichschen Lösungen eine genügende Anästhesie gewöhnlich nicht zu erzielen.

Diesem Umstand hat Cushing Rechnung getragen, indem er zuerst die Faszie des M. obliquus externus oberhalb des äußeren Leistenringes spaltet, die drei in Betracht kommenden Nervenstämme aufsucht und durch endoneurale Injektion 1% Kokainlösung unempfindlich macht, bevor er die Operation fortsetzt.

Bodine hat das Cushingsche Verfahren von Leistenbruch-Radikaloperationen (5mal bestand Einklemmung) in 48 Fällen nachgeprüft, weist auf den nicht immer konstanten Verlauf der Nerven hin,

und bemerkt, daß die Anästhesierung des N. ileo-hypogastricus allein oft schon genüge. Mit dem Suchen der beiden anderen Nervenstämme solle man sich nicht zu lange aufhalten. Der N. ileo-hypogastricus wurde stets gefunden, alle drei Nerven wurden 17 mal, der N. ileo-hypogastricus und ileo-inguinalis 20 mal gefunden. In 18 Fällen war die Operation absolut schmerzlos, 28 mal waren zeitweilig sehr mäßige Schmerzen vorhanden, 2 mal rief die hohe Unterbindung des Bruchsackes sehr heftigen Schmerz hervor.

Auch Lennander legt auf die anatomische Charakterisierung der drei Nerven kein Gewicht, injiziert in die Nervenstämme, die er zu Gesicht bekommt, sonst in der Richtung, wo sie liegen müssen. Daß beim Herausziehen des von seiner Umgebung gelösten Bruchsackes und bei hoher Unterbindung desselben bisweilen Schmerz entsteht infolge von Zerrung oder Einschnürung des nicht über den Bruchsackhals hinaus unempfindlich gewordenen parietalen Peritoneums, hat auch er beobachtet.

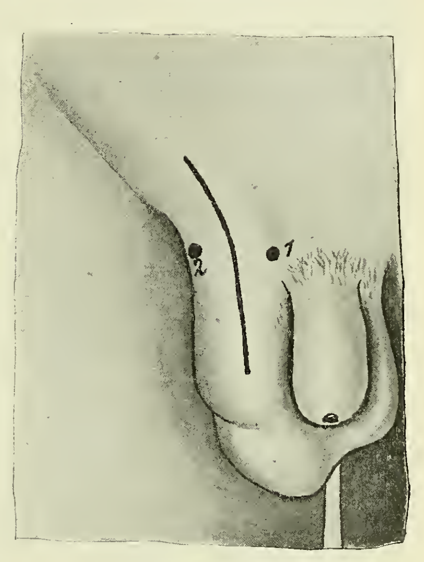


Fig. 80.

Die Cushingsche Anästhesierung ist nur dann anzuwenden, wenn das beabsichtigte Operationsverfahren eine breite Spaltung der Aponeurose des M. obliquus externus erfordert. Letztere ist aber nicht immer angezeigt. Denn es gibt bekannte Methoden der Radikaloperation von Leistenbrüchen, welche auf die Spaltung des Leistenkanals verzichten. Man wird nicht erwarten dürfen, daß ein Chirurg eine bewährte Methode der Radikaloperation lediglich deshalb aufgeben wird, um die Cushingsche Anästhesierungsmethode anwenden zu können. Auch bei eingeklemmten Brüchen, namentlich außerhalb der mit allen Hilfsmitteln versehenen chirurgischen Anstalten, wird man gern auf eine weite Spaltung der Faszie, ehe der Bruchsack geöffnet und man über seinen Inhalt orientiert ist, verzichten. Ich werde daher zunächst schildern, wie die Herniotomie einer eingeklemmten Leistenhernie auch ohne primäre Spaltung des Leistenkanals auszuführen ist.

Man beginnt die Anästhesierung vor der letzten Desinfektion des

Operationsfeldes damit, daß man bei 1 und 2 (Fig 80) zwei Einstichpunkte in der Höhe des äußeren Leistenringes durch Quaddeln markiert. Man faßt das aus dem äußeren Leistenring austretende, Samenstrang und Bruchsack enthaltende Gewebsbündel (s. Fig. 91 im 14. Kapitel) zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand. Man injiziert von diesen beiden Einstichpunkten — bei dünnem Stiel der Bruchgeschwulst genügt auch einer über der Mitte des äußeren Leistenrings — 5—10 ccm Lösung II rings in die den äußeren Leistenring und den Stiel der Bruchgeschwulst umgebenden Gewebe, in möglichste Nähe des Bruchsackhalses und Samenstranges. Durch diese Injektion werden nach 5 bis 10 Minuten Bruchsack und Samenstrang abwärts vom Leistenkanal unempfindlich. Man macht unterdessen das Operationsfeld fertig und anästhesiert die Haut zur Ausführung des Hautschnitts. Derselbe soll außer dem Bruchsack auch den Leistenkanal bis zum inneren Leistenring freilegen. Man infiltriert die Haut in der Ausdehnung des beabsichtigten Schnittes durch eine Quaddelreihe, ebenso das Unterhautzellgewebe mit Lösung I. Man durchtrennt Haut und Unterhautzellgewebe, bis der den Leistenkanal bedeckende Teil der Faszie des Obliquus externus (A), der einklemmende Ring und die Vorderfläche des Bruchsackes (B) klar freiliegen (Fig. 81). Am äußeren Leistenring möge man Faszie und Bruchsack gleich stumpf so weit verfolgen, bis man lateral und medial auf den horizontalen Schambeinast gelangt. Nun zieht man die Schnittränder im oberen Teil der Wunde stark auseinander (in der Abbildung etwas übertrieben!) und injiziert Lösung III in folgender Weise. Man sticht die Hohlnadel in der Nähe des lateralen Ansatzes der Faszie an das Schambein, also etwa bei 1 der Fig. 81, durch die Faszie und injiziert in der Richtung

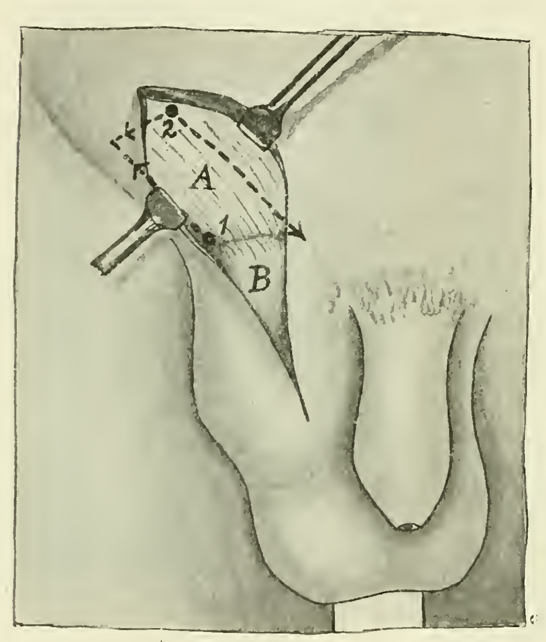


Fig. 81.

der punktierten Linie längs des Lig. Poupartii. Ferner injiziert man von einem zweiten Punkt, in der Gegend von 2 gelegen, wiederum in der Richtung der punktierten Linien, nämlich erstens in der Richtung gegen das Lig. Poupartii zu, in zwei Schichten, tief in die unterliegende Muskulatur und dicht unter der Faszie des Obliquus externus, und zweitens in der Richtung gegen den Ansatz des medialen Pfeilers des äußeren Leistenringes an das Schambein. Man kann sich diesen Punkt während der Injektion mit der Spitze des linken Zeigefingers markieren. Die letztere Injektion erfolgt nur unter die oberflächliche Faszie. Man kann statt der Lösung III auch Lösung II in entsprechend größerer Menge in gleicher Weise injizieren. Während nun die Lösung einwirkt, geht man an den Bruchsack, eröffnet ihn, orientiert sich über Art und Beschaffenheit des Bruchinhalts. Wenn das geschehen ist, kann man auch auf Unempfindlichkeit der Umgebung des Leistenkanals rechnen, spaltet äußeren Leistenring und Faszie von außen, ebenso den Bruchsackhals an der Vorderfläche, bis die Einklemmung beseitigt ist. Jetzt versorgt man den Bruchinhalt, reponiert ihn. Sobald man an den Bruchsackhals von der Innenfläche her heranzugelangen imstande ist — gewöhnlich gelingt das erst nach der Reposition — injiziert man in das präperitoneale Gewebe, soweit als möglich nach rückwärts unter die Bauchdecken, ringsherum Lösung II, löst den Bruchsack aus und bindet ihn ab.

Das gleiche Anästhesierungsverfahren ermöglicht die Kochersche Radikaloperation, man muß nur nicht die Infiltration des präperitonealen Gewebes von der Innenfläche des Bruchsackhalses her versäumen. Ich habe es ferner oft zur Ausführung der Kanalnaht bei Kranken angewendet, welche wegen eines Leistenbruchs auf der einen Seite operiert wurden und auf der anderen Seite einen erweiterten Leistenkanal ohne Bruchsack hatten. Der Schnitt kann dann natürlich viel kleiner sein, man legt den äußeren Leistenring und die Vorderwand des Leistenkanals frei und injiziert wie oben, unter die Faszie. Dann kann man den Finger in den Leistenkanal einführen und in der üblichen Weise die Verengerung desselben vornehmen.

Für die Bassinische Radikaloperation eines freien Leistenbruchs ist Cushings Verfahren geeignet (Fig. 82). Die primäre Injektion um den Bruchsackhals herum ist nicht erforderlich, weil man zuerst oberhalb des äußeren Leistenringes eingeht und dort die Samenstrang und Bruchsack innervierenden sensiblen Bahnen unterbricht. Das Operationsfeld ist fertig vorbereitet. Man infiltriert mit Lösung I die Haut durch eine Quaddelreihe in der Ausdehnung des beabsich-

tigten Schnitts. Derselbe reicht abwärts nur wenige Zentimeter über die Gegend des äußeren Leistenringes hinaus. Vom oberen Endpunkt der Quaddelreihe führt man eine lange Hohlnadel infiltrierend im Unterhautzellgewebe gabelförmig bis in die Gegend medial und lateral vom äußeren Leistenring vor. Es hat das nicht nur den Zweck, etwaige im Unterhautzellgewebe verlaufende Nervenfasern unempfindlich zu machen — dieselben sind in dieser Gegend sehr spärlich —, sondern in der Hauptsache, eine breitere anästhetische Hautzone zu gewinnen. Gegen das Skrotum abwärts sind Injektionen in das Unterhautzellgewebe nicht nötig. Man durchtrennt die Haut, vertieft aber zunächst nur oberhalb des äußeren Leistenringes den Schnitt, bis die Faszie des Obliquus externus ausgedehnt freiliegt. Jedes Tieferschneiden unterhalb dieser Gegend, gegen das Skrotum zu, löst jetzt noch heftigen Schmerz aus. Man injiziert einige Kubikzentimeter Lösung II unter die Faszie und durchschneidet sie unter sorgfältigster Vermeidung des äußeren Leistenringes. Man löst ihre Schnittränder sehr zart und vorsichtig von der Unterlage ab, lateral bis an das Lig. Poupartii, medial bis in die Nähe des Rektusrandes und zieht sie mit Haken auseinander. Jetzt sieht man über den Obliquus int. und den Bruchsack einen oder mehrere Nerven hinwegziehen. Ist man nicht sicher, so faßt man das, was man dafür hält, mit einer Pinzette an. Die Berührung löst sofort Schmerz aus. In der Regel sieht man den N. ileohypogastricus und ileo-inguinalis ungefähr so, wie in Fig. 82 gezeichnet,

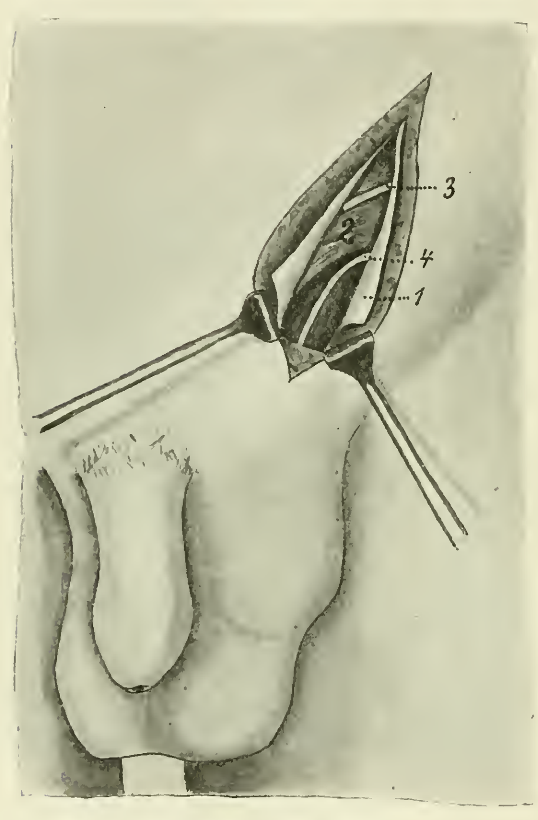


Fig. 82 (nach Cushing).
1 Faszie des M. obliquus externus. 2 Rand des M. obliquus internus. 3 N. ileo-hypogastricus. 4 N. ileo-inguinalis.

bald ist der eine, bald der andere stärker, Anastomosen verbinden sie untereinander. Man verfolgt die sichtbaren Nerven sehr leise und vorsichtig mit zwei anatomischen Pinzetten möglichst weit lateralwärts und injiziert in jeden einige Tropfen Lösung III. Den N. spermaticus externus, der nicht so oberflächlich liegt, zu suchen, habe ich mich ebensowenig wie Lennander und Bodine bestrebt, habe vielmehr nun noch 3—4 ccm Lösung III in der gleichen Weise, wie für die Herniotomie eingeklemmter Hernien angegeben, injiziert, d. h. also vom lateralen Pfeiler des äußeren Leistenringes längs der Innenfläche des Lig. Poupartii in der Richtung nach außen, oben, dann im M. obliquus int., vom oberen Ende der Wunde, parallel der ersten Injektion, bis zum Ansatz des medialen Pfeilers des äußeren Leistenringes an das Schambein, und von demselben Punkt quer zum Lig. Poupartii (Fig. 81). Die erste und letzte dieser drei Injektionen müssen den Samenstrang treffen. Nun trennt man den äußeren Leistenring, legt den Bruchsackhals und den oberen Teil des Bruchsackes frei, öffnet ihn und versorgt den Bruchinhalt. Sobald die Innenfläche des Bruchsackhalses zugänglich wird, infiltriert man noch das präperitoneale Gewebe von innen her in möglichst weiter Ausdehnung mit Lösung II nach allen Richtungen, vollendet im übrigen die Operation wie in Narkose.

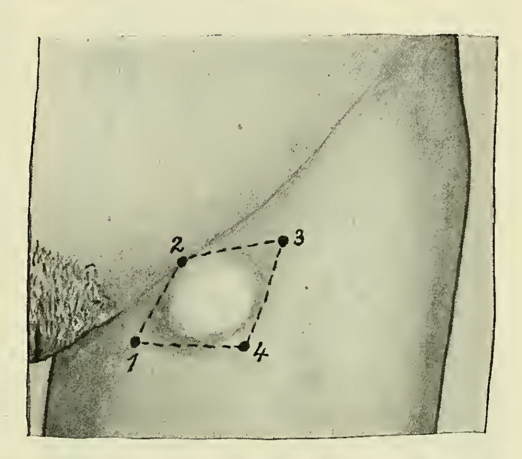


Fig. 83.

Abgesehen von den beim Herausziehen und Reponieren von Eingeweiden bald mehr, bald weniger auffälligen und nicht im Operationsfeld lokalisierten Sensationen ist die Operation, also namentlich auch das Herausheben des Samenstranges aus seinem Bett und die Lösung von Adhäsionen zwischen Bruchsack und Inhalt schmerzlos. Nach der Einführung des Novokains haben wir von der Cushingschen Methode bei mageren Menschen abgesehen. Wir haben von einem am oberen Ende des Hautschnitts gelegenen Einstichpunkt aus gleich zu Beginn Lösung II reichlich unter die Faszie und in die Muskulatur in der Umgebung des Leistenkanals injiziert, dann die zur Anästhesierung der Haut nötigen Injektionen gemacht und konnten nach 15 Minuten ohne

weitere Unterbrechung die Operation wie in Narkose ausführen. Die subfaszialen Nervenstämme waren stets gefühllos. In einem großen Teil der Fälle ist die Narkose zu vermeiden, ohne daß man dem Kranken wesentliche Beschwerden macht. Vorzuziehen ist die Narkose, abgesehen von den allgemeinen Kontraindikationen gegen die Lokalanästhesie, jedenfalls dann, wenn das Volumen der Hernie ein sehr großes ist, wenn die Wahrscheinlichkeit von Komplikationen vorliegt, und bei sehr fetten Menschen, die man ja überhaupt nur im äußersten Notfalle operieren soll. Bemerkt sei noch, daß die Anwendung der Lokalanästhesie bei interstitiellen eingeklemmten Leistenbrüchen mir in zwei Fällen nicht gut gelang, wegen der Verschiebung der anatomischen Verhältnisse in der Umgebung des Leistenkanals. Wenn man öfter Gelegenheit hätte, dieser Hernienform zu begegnen, so würde sich wohl auch da ein typisches Anästhesierungsverfahren herausfinden lassen.

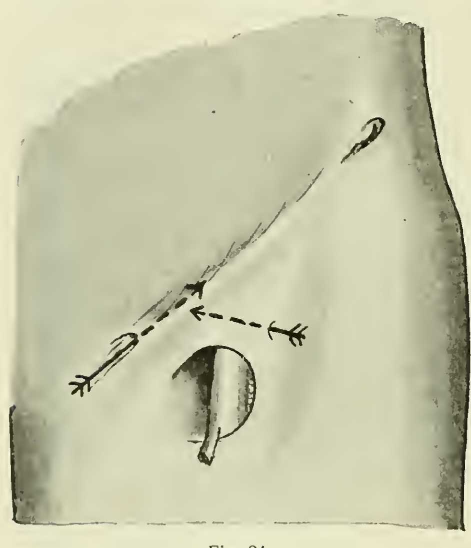


Fig. 84.

Die Ausführung der Herniotomie und Radikaloperation der Leistenbrüche bei Frauen bedarf keiner besonderen Besprechung. Das Anästhesierungsverfahren für die Alexander-Adamsche Operation bei Retroflexio uteri ist das gleiche wie für die Bassinische Radikaloperation.

Schenkelbrüche. Die Herniotomie und Radikaloperation einer eingeklemmten Schenkelhernie ist bei nicht zu fetten Kranken mit gut palpablem Bruchsack leicht und sicher unter Lokalanästhesie auszuführen. Man markiert (Fig. 83) die Einstichpunkte 1—4 und injiziert von ihnen aus zuerst, indem man die Hohlnadel bis in die Nähe der Faszie, ohne diese zu durchstechen, vorschiebt, in die Umgebung der Fossa ovalis und des Bruchsackhalses Lösung II. Dieselbe Lösung injiziert man, wie die punktierte Linie zeigt, in Form eines das Operationsfeld einschließenden Hackenbruchschen Rhombus, im ganzen verbraucht man 30—40 ccm der Lösung hierzu. Man wartet jetzt, bis die Haut über der Bruchgeschwulst unempfindlich geworden ist, vollendet die Desinfektion und Vorbereitung des Operationsfeldes, durch-

trennt die Haut von 1—3. Soll der Hautschnitt noch länger werden, so infiltriert man beiderseits von 1 und 2 aus die Haut durch Quaddelreihen nach außen und innen soweit, als man es für nötig hält. Man legt den Bruchsack frei und löst ihn stumpf bis in die Nähe der Fossa ovalis. Den oberen Wundrand löst man so weit ab, daß der obere Umfang der Fossa ovalis, die Fascia lata über und zu beiden Seiten des Bruchsackhalses, das Lig. Poupartii bis zum äußeren Leistenring freiliegt. Man injiziert oberhalb und seitlich vom Bruchsackhals Lösung II oder III unter die Faszie, ungefähr so, wie in Fig. 84 angegeben; also vom äußeren Leistenring unter das Lig. Poupartii längs des Samenstranges oder Lig. uteri rot. und in einer Linie, schräg oberhalb des Bruchsackhalses, wieder bis unter das Lig. Poupartii. Dann geht man an den Bruchsack, öffnet ihn und untersucht seinen Inhalt, löst etwaige Adhärenzen. Man spaltet die Bruchpforte nach oben oder innen, versorgt den Bruchinhalt in der gewöhnlichen Weise. Sobald man an den Bruchsackhals von innen herangelangen kann, injiziert man, wie bei den Leistenbrüchen, möglichst weit nach dem Abdomen zu vordringend, in das präperitoneale Gewebe bevor man den Bruchsack herauszieht und hoch abbindet oder nach Kocher versorgt. Will man die Bruchpforte durch Annähen des Lig. Poupartii an die Fascia pectinea schließen, so infiltriert man den M. pectineus bis an den Pecten ossis pubis mit einigen Kubikzentimetern Lösung II. Bei sehr fetten Individuen ist die Anwendung der Lokalanästhesie sehr erschwert.

Andere seltene Hernienformen kommen für die Lokalanästhesie schwerlich in Betracht. Die Medullaranästhesie macht neuerdings der Lokalanästhesie auf dem Gebiete der Unterleibsbrüche sehr erhebliche Konkurrenz.

Literatur: Bodine: The radical cure of inguinal hernia with local anaesthesia. New-York med. Record. 14. Februar 1903. — Cushing: The employement of local anaesthesia in the radikal cure of certain cases of hernia with a note upon the nervous anatomy of the inguinal region. Annals of surgery. Januar 1900. — Lennander: Über die Sensibilität der Bauchhöhle und über lokale und allgemeine Anästhesie bei Bauch- und Bruchoperationen. Zentralblatt für Chirurgie. 1901, Nr. 8. — Derselbe: Beobachtungen über die Sensibilität der Bauchhöhle. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie. 1902, Bd. X, Heft 1, 2. — Derselbe: Weitere Beobachtungen über Sensibilität in Organ und Gewebe. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. 1902, Bd. 73, S. 297. Derselbe: Über lokale Anästhesie und über Sensibilität in Organ und Gewebe. Mitteilungen aus den Grenzgebieten Bd. 15 Heft 5 (1906). — Rammström: Peritonealnerven der vorderen und lateralen Bauchwand und des Diaphragma. Ebenda. Siehe ferner die Monographien von Hackenbruch, Matas, Reclus, Schleich.

14. Kapitel.

Operationen an den Harn- und Geschlechtsorganen.

Die Anästhesierung der Blasen- und Harnröhrenschleimhaut.

Guyon widmet dieser Frage ein interessantes Kapitel seines Handbuchs und kommt zu dem Schluß, daß die örtliche Anästhesierung der Harnröhre und Blase im allgemeinen recht mäßige Resultate aufzuweisen habe. In der Harnröhre könne wohl durch Kokain, Antipyrin oder Guajakol die Kontaktsensibilität aufgehoben werden, nicht aber die Empfindlichkeit gegen Dehnung, z. B. bei der Erweiterung von Strikturen. Für die Ausführung der inneren Urethrotomie reiche die örtliche Anästhesie nicht aus. Durch die örtliche Anästhesierung der Blasenschleimhaut könne wohl eine Herabsetzung der bei nicht entzündeter Blase überhaupt sehr geringen Kontaktsensibilität, niemals aber eine Vergrößerung des Blasenvolumens erzielt werden. Bei schmerzhaften, kontrahierten Blasen versage die Lokalanästhesie vollkommen. Die Bedeutung der Lokalanästhesie für die Zystoskopie hält Guyon für gering, bei der Litholapaxie hat er sie ganz verlassen. Er gibt zu, daß mit größeren Quantitäten konzentrierter Kokainlösung, wie sie viele Urologen anwenden, sich vielleicht bessere Resultate erzielen lassen, hält dies Verfahren aber mit Recht für gefährlich. Ich kann mich dieser skeptischen Auffassung des berühmten französischen Spezialisten nicht ganz anschließen. Ich finde vielmehr, daß sich auch durch verdünnte Kokainlösung eine so tiefe Anästhesie der Harnröhren- und Blasenschleimhaut erzielen läßt, daß selbst empfindliche Kranke die Dehnung einer Striktur meistens ohne irgend eine Klage ertragen, daß ferner eine vorher sehr schmerzhafte und kontrahierte Harnblase unempfindlich wird und sich auf ihr normales Volumen ausdehnt. Die vollständige Unempfindlichkeit der Schleimhaut des Blasengrundes nach vorangegangener Anfüllung der Blase mit Kokainlösung habe ich wiederholt bei Ausführung der Sectio alta unter Lokalanästhesie konstatiert. Die Schleimhaut des Blasenfundus ist wahrscheinlich überhaupt nicht sensibel, und die bei Überdehnung der Blase eintretenden Schmerzen werden durch Dehnung des parietalen Peritoneums verursacht (Lennander). Die weibliche Urethra ließ sich in einem Fall so tief anästhesieren, daß ich sie zur Digitaluntersuchung dilatieren konnte. Guyon sagt, daß die weibliche Harnröhre bei der Kokainisierung insensibel gegen Schmerz werde, aber daß ihr Temperatursinn

erhalten bleibe. Der Temperatursinn erlischt in der Regel in einem früheren Stadium der Kokainvergiftung (s. S. 84) wie der Schmerzsinn, eine Kokainisierung der Gewebe also, bei der der Temperatursinn erhalten ist, ist für chirurgische Eingriffe kaum genügend. Ich glaube in der Tat, daß die wenig zufriedenstellenden Erfahrungen Guyons gewonnen sind an Schleimhäuten, die nicht genügend tief anästhesiert worden sind. Mittel, wie Antipyrin oder Guajakol sind gar nicht entfernt imstande, eine der Kokainanästhesie ähnliche Aufhebung der Sensibilität, namentlich der pathologisch gesteigerten, hervorzurufen. Als Ersatzmittel für Kokain können wohl nur Eukain und Akoin in Betracht kommen. Durch die Einführung des Suprarenins ist auch die Anästhesierung der Blasen- und Harnröhrenschleimhaut wesentlich vervollkommnet worden.

Auf die Gefahren, welche mit der Applikation konzentrierter Lösungen örtlich anästhesierender Mittel, namentlich des Kokains, auf große resorbierende Flächen, wie die Blasenschleimhaut, verbunden sind, ist im 7. Kap. wiederholt hingewiesen worden. Die trotz zahlreicher Unglücksfälle noch heute vielfach übliche Injektion 5—10% Kokainlösung in die Blase muß auch bei noch so kleiner Dosis als entschieden gefährlicher wie eine Narkose bezeichnet werden. Die Injektion verdünnter Lösungen dagegen ist auch bei großer Dosis gefahrlos. Konzentrierte Lösungen sind aber auch vollkommen überflüssig, da verdünnte Lösungen bei längerer Einwirkung genau so gut unempfindlich machen, als konzentrierte Lösungen bei kürzerer Einwirkung.

Die nicht entzündete Blasenschleimhaut ist oft so wenig empfindlich, daß ihre Anästhesierung z. B. für die Zystoskopie nicht erforderlich ist. Maßgebend für den Wert eines Anästhesierungsverfahrens ist daher nur seine Anwendung bei schmerzhaften, kontrahierten Blasen. Vorbedingung für das Gelingen der Lokalanästhesie ist die Möglichkeit, die Blase zuvor gründlich von Schleim, Blutgerinnseln und Eiter reinigen zu können, welche den Kontakt des Anästheticums mit der Schleimhaut verhindern würden. Reclus injiziert 10 ccm einer 1% Kokainlösung. Damit sei nach ca. 5 Minuten eine für die Ausführung der Lithothrypsie und anderer intravesikaler Operationen genügende Unempfindlichkeit zu erzielen. Ganz gefahrlos erscheint indessen dieses Verfahren nicht. Es wird dasselbe erreicht durch Anfüllung der Blase mit 0,1% Kokainlösung, namentlich wenn Suprarenin zugesetzt wird. Zu diesem Zweck geht man folgendermaßen vor.

Die Blase wird, nachdem sie durch Spülung von etwaigem pathologischen Inhalt befreit ist, entleert. Ist sie nicht kontrahiert, so füllt man sie, um die Schleimhaut ganz zu entfalten, mit 0,1 % Kokainlösung, 150—200 ccm, soviel sie faßt. Der Lösung hat man etwa 1 ccm der Suprarenin-Stammlösung zugesetzt. Sie bleibt 15 bis 30 Minuten in der Blase stehen. Der Katheder wird unterdessen entfernt, nachdem er in der unten zu schildernden Weise zur Anästhesierung der Urethra, die meist wichtiger ist wie diejenige der Blase, Verwendung gefunden hat. Ist die Blase schmerzhaft und kontrahiert, so daß sie nur wenige Kubikzentimeter faßt, so gibt man die Kokain-Suprareninlösung in einen Irrigator, der durch einen Gummischlauch mit dem in der Blase liegenden Katheter verbunden ist, und setzt die in der Blase befindliche Flüssigkeit unter gelinden, nicht schmerzhaften Druck. Nach einigen Minuten sieht man, wie die Blase sich langsam auszudehnen beginnt und mehr Kokainlösung faßt. Ihre Kontraktionen, die sich durch Rückfließen des Inhalts in den Irrigator äußern, werden immer seltener und hören endlich ganz auf. Nach 20—30 Minuten ist sie meist ausgedehnt und unempfindlich geworden. Die Wirksamkeit der anästhesierenden Lösung kann durch Abkühlung auf Eis verstärkt werden. Die Kokainlösung läßt sich durch 0,2 % Eukain- oder 0,1 % Akoinlösung wohl ersetzen, Kokain-Suprareninlösung bleibt aber das am sichersten wirksame Mittel. Französische Autoren (Brick, Vignon, Pousson) empfahlen, 5—10 % Antipyrinlösung in Menge von 100 ccm in die Blase zu injizieren. Ich kann nicht finden, daß die Empfindlichkeit einer wirklich schmerzhaften Blase durch dieses Mittel erheblich herabgesetzt wird. Die in der Blase befindliche anästhesierende Lösung bleibt während der Zystoskopie und anderer intravesikaler Manipulationen in ihr stehen, oder wird, wenn sie sich getrübt hat, durch neue ersetzt. Nach Beendigung des Eingriffs wird sie herausgelassen. War es nicht möglich, die Blasenschleimhaut genügend zu reinigen, ist die Blase mit Blut gefüllt, ist die Schleimhaut inkrustiert oder mit fest anhaftendem Schleim bedeckt, dann braucht die Lokalanästhesie gar nicht versucht zu werden, weil ein ausreichender Kontakt des Anästheticums mit der gesamten Schleimhaut doch nicht zu erreichen ist.

Die Anästhesierung der männlichen Harnröhre. Sie geschieht, falls die Harnröhre durchgängig ist, also z. B. zur Ausführung der Zystoskopie, folgendermaßen. Ein in die Blase eingeführter dünner Nélatonkatheter wird gerade ebensoweit zurückgezogen, daß keine Flüssigkeit mehr ausfließt und das Auge des Katheters also im hintersten Teil der

Urethra sich befindet. In diesen Katheter injiziert man 2 ccm Kokainlösung IV oder 5 ccm Novokainlösung IV, während er gleichzeitig langsam aus der Harnröhre herausgezogen wird. Dabei muß deren Mündung fest und sorgfältig zugehalten werden, damit kein Tropfen der Lösung herausfließt. Mindestens 5 Minuten, besser 10 Minuten — das ist durchaus wesentlich, denn davon hängt einzig und allein die Tiefe der örtlichen Anästhesie ab — muß das Herausfließen verhindert werden. Dann ist die Urethra für lange Zeit gegen das Einführen von Instrumenten unempfindlich geworden. Im Verein mit der Anästhesierung der Blase bildet dies Verfahren ein vollkommen sicheres Hilfsmittel der Zystoskopie, welche namentlich bei Männern, ohne Anästheticum ausgeführt, keineswegs zu den Annehmlichkeiten gehört. Mehr als 2—3 ccm der genannten anästhesierenden Lösung in die Urethra zu injizieren, ist nicht ratsam und auch nicht ungefährlich. Trotzdem die normale Urethra nach Guyon eine Kapazität von 12—16 ccm besitzt, kann die Lösung gelegentlich in die Blase gelangen. Ohne Suprareninanwendung ist die Anästhesierung der Urethra häufig der kurzen Dauer der örtlichen Anästhesie wegen nicht befriedigend. Ist eine Striktur der Urethra vorhanden, so führt man wiederum einen dünnen Katheter bis an sie vor, injiziert 1—2 ccm Lösung IV in der oben geschilderten Weise und läßt sie längere Zeit einwirken. Bekanntlich bewirkt das Suprarenin in diesen Fällen, daß die Schleimhaut abschwillt, eine vorher gar nicht oder schwer durchgängige Striktur häufig leicht durchgängig wird, und die injizierte Flüssigkeit dann auch die Striktur passieren kann. Man führt nun die ersten feinen Bougies in die Urethra ein, während ihre Mündung andauernd zugehalten wird, um das Ausfließen der Lösung auch jetzt noch zu verhindern, und sucht die Striktur zu passieren. So kann man sie zunächst etwas erweitern, um dem Anästheticum noch besseren Zugang zu der sie auskleidenden Schleimhaut zu verschaffen. Die weitere Dehnung ist, wenn sie nur langsam erfolgt, dann ebenfalls so gut wie gänzlich unempfindlich zu machen. Die lange Dauer der einmal eingetretenen Anästhesie macht besondere Eile unnötig. Über die Ausführung der inneren Urethrotomie besitze ich keine Erfahrungen, nach Reclus läßt sie sich leicht unter Verwendung von 1 % Kokainlösung ausführen.

Die Anästhesierung der weiblichen Harnröhre ist sehr einfach zu bewerkstelligen. Man taucht einen armierten Watteträger, wie ihn die Ohrenärzte brauchen, in Lösung IV, führt ihn in die Urethra ein und bringt alle Teile der Schleimhaut vom Orificium externum bis zum Blasenhals durch Auswischen in Kontakt mit dem Anästheticum. Auch

diese Manipulation ist mehrere Minuten hindurch zu wiederholen. Man erhält eine langdauernde und tiefgehende Anästhesie, welche das Einführen dicker Instrumente in die Blase gestattet. Soll eine extreme Drehung der Urethra vorgenommen werden, so verbindet man mit der Schleimhautanästhesierung die Infiltration des gesamten periurethralen Gewebes mit Lösung I (Schleich).

Operationen am Penis. Die Schleimhaut der Eichel und des Präputiums kann durch Kokainapplikation auf deren Oberfläche unempfindlich gemacht werden. Man injiziert entweder 1% Kokainlösung in den Vorhautsack, nachdem etwaige Adhäsionen zwischen Präputium und Eichel gelöst sind, und verhindert ihr Ausfließen durch Zuhalten oder Zubinden der Öffnung, oder man bringt mit Kokainlösung getränkte Watte auf die Oberfläche der Schleimhaut, oder man bepinselt sie mit 5% Kokainlösung. Oberflächliche, die Schleimhaut betreffende Operationen sind dann ausführbar.

Phimosenoperation. Sie ist bei Erwachsenen und älteren, verständigen Kindern ein sehr geeignetes Objekt für die Lokalanästhesie. Man kann auf verschiedenen Wegen zum Ziel kommen. Besondere Aufmerksamkeit ist immer auf die Anästhesierung des inneren Vorhautblattes zu richten.

1. Man kann sich der Schleichschen Infiltrationsanästhesie bedienen. Die erste Quaddel wird auf der Streckseite des Penis, am Ende des beabsichtigten dorsalen Längsschnittes angelegt. Von hier aus wird die Haut und das Unterhautzellgewebe der Vorhaut bis an ihren Rand und dann, über denselben hinausgehend, das innere Vorhautblatt, soweit es irgend zugänglich ist, mit feinster Hohlnadel infiltriert. Jetzt kann die Haut und der infiltrierte Rand gespalten werden. Nun wird die Haut zurückgezogen, zwischen Eichel und innerem Blatt der Vorhaut eine Myrtenblattsonde bis an die Corona glandis vorgeschoben, auf das sorgfältigste, Schritt vor Schritt die Schleimhaut ebenfalls in der Richtung des beabsichtigten Schnittes infiltriert und durchschnitten, bis die Corona glandis freiliegt. Nach Lösung der Adhäsionen kann, wenn man sich auf die einfache Spaltung beschränken will, die Naht angelegt werden. Sollen die Vorhautlappen abgetragen werden, so muß nun sowohl die Haut, wie die Schleimhaut, jede für sich und das Unterhautzellgewebe vom Winkel des Längsschnittes bis zum Ansatz des Frenulums, genau in der beabsichtigten Schnittrichtung sehr exakt infiltriert werden. Wenn man nicht Suprarenin zusetzt, so muß man wenigstens 0,2% Kokain- oder 0,5% Eukainlösung anwenden, da die Sensibilität am Penis außerordentlich schnell zurück-

kehrt. Bei einiger Übung kann die Operation auf diese Weise ganz schmerzlos gemacht werden. Aber technisch leicht ist das nicht. Wer es zum erstenmal macht, wird nicht befriedigt sein.

2. Einfacher ist es, nach Reclus zwischen Haut und Schleimhaut des Präputiums, ebenfalls in der Schnittrichtung 1 % Kokainlösung

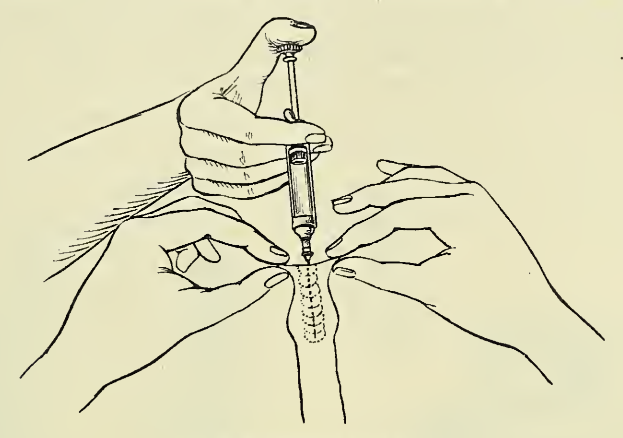


Fig. 85 (nach Reclus).

zu injizieren, worauf nach einigen Minuten nicht nur die Haut, sondern auch das innere Vorhautblatt unempfindlich wird. Reclus beschreibt die Operation wie folgt. „Man läßt den vorderen Rand des Präputiums halten und anspannen (Fig. 85). In der Medianlinie der dorsalen

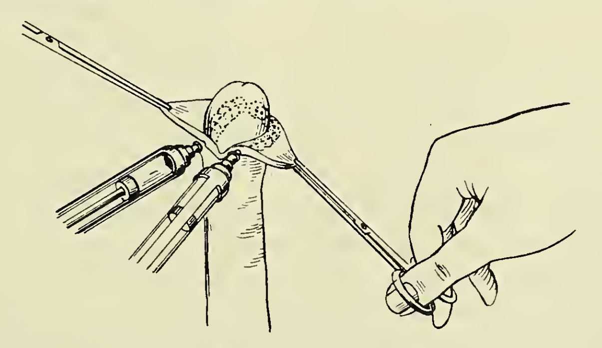
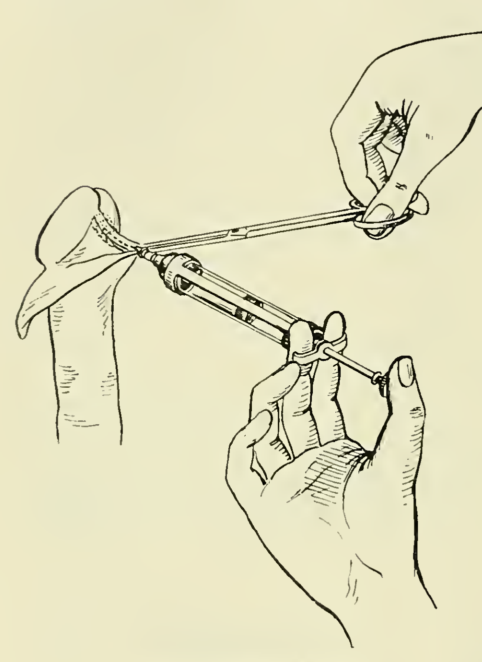


Fig. 86 (nach Reclus).

Hälfte des Randes wird die Nadel eingestochen und eine Injektion in das Präputium gemacht. Das Alkaloid verteilt sich zwischen seinen beiden Lamellen, und nach einigen Minuten kann man mit ein paar Scherenschlägen den Dorsalschnitt bis an die Wurzel der Eichel ausführen. Nun sollen die beiden Lappen, welche wie zwei Ohren

zu beiden Seiten der Eichel herunterhängen, entfernt werden. Hierzu ist eine neue Injektion nötig. Am Rand des Hautschnittes sticht man zuerst auf der einen, dann auf der anderen Seite die Nadel ein (Fig. 86), und führt sie zwischen Haut und Schleimhaut bis gegen das Frenulum. Eine weitere Injektion muß zwischen die Blätter des Frenulums bis zur Eichel heran gemacht werden“ (Fig. 87). — Nach einigen Minuten können die Lappen abgeschnitten und die Nähte angelegt werden. Wartet man genügend ab, so ist die von Reclus angeratene besondere Anästhesierung der Schleimhaut durch Applikation von Kokain auf ihre Oberfläche entbehrlich. Zur Ausführung der Operation nach dieser Technik ist Lösung II vorzüglich geeignet. Man braucht je nach Größe des Penis 10 bis 15 ccm.


Fig. 87 (nach Reclus).

3. Am Penis ist die Anästhesierung des Präputiums durch ringförmige Injektion in das Unterhautzellgewebe an der Peniswurzel schon von Krogius ausgeführt worden. Nach meinen Erfahrungen wird aber auch bei vollständiger Leitungsunterbrechung der subkutan auf den Penis übertretenden Nerven gewöhnlich keine totale Unempfindlichkeit der Vorhaut erzeugt. Es wird natürlicherweise der zunächst der Glans gelegene Teil des Präputiums nicht unempfindlich, weil er Verbindungen mit den tiefer gelegenen Nerven der Corpora cavernosa besitzt und zum Teil von der Eichel her innerviert wird. Ein Vergleich des Penis mit einem Finger, dessen Nerven sämtlich im Unterhautzellgewebe gelegen sind, ist in dieser Hinsicht nicht zutreffend. Die Anästhesierung des Präputiums und des benachbarten Teils der Eichel ist dagegen sehr einfach in folgender Weise zu bewerkstelligen, ein Verfahren, welches ich am meisten empfehlen möchte.

Die Vorhaut wird straff über die Eichel gezogen, so daß auch das innere Blatt ihr glatt aufliegt, und in dieser Stellung mit dem Finger oder besser durch Umlegen eines Fadens vor der Eichel fixiert

(Fig. 88). 1—2 ccm Lösung III werden nun genau in den Sulcus coronarius unter die Haut injiziert. Die Injektionslinie verläuft deshalb auf der Dorsalseite quer über den Penis, wendet sich auf der Unterseite gegen die Spitze desselben und bildet unter dem Frenulum einen Winkel. Ihre Lage ist in Fig. 88 durch eine punktierte Linie bezeichnet. Gewöhnlich braucht man die drei durch Punkte markierten Einstichstellen. Der Suprareninzusatz kann durch Abschnürung des Penis ersetzt werden, was aber recht unbequem ist. Nach wenigen Minuten, während deren die Vorhaut in der gespannten, oben geschilderten Lage bleiben muß, werden ihre beiden Blätter in ganzer Ausdehnung nebst dem angrenzenden Teil der Eichel unemp-

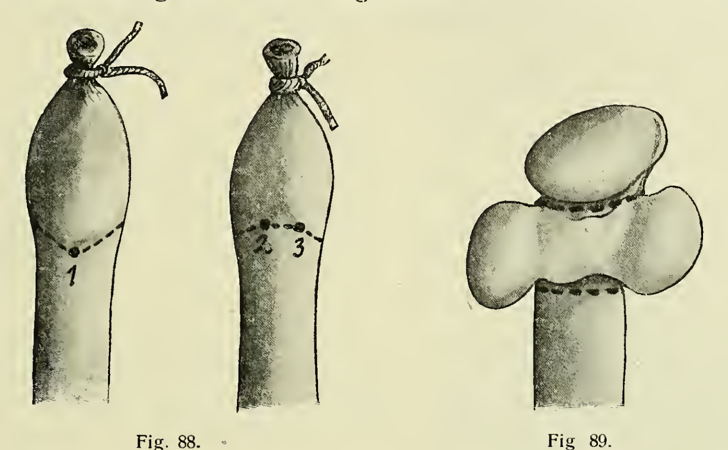


Fig. 88. Fig 89.

findlich. Jetzt wird der Faden entfernt und die Operation nach irgend einer der üblichen Methoden ausgeführt. Der Erfolg des Verfahrens beruht darauf, daß bei der erwähnten Lage des Präputiums und der Injektionslinie auch die vom Sulcus coronarius nach dem inneren Blatt der Vorhaut und dem Frenulum ziehenden Nervenzweige von der Einwirkung des Anästheticums betroffen werden. Es ist bei entzündlichen Phimosen ebensogut und sicher anwendbar, wie bei nicht entzündlichen.

Anders liegen die Verhältnisse bei der irreponiblen Paraphimose. Die beiden Vorhautblätter sind auseinandergezogen, daher muß auch die Anästhesierung anders vorgenommen werden. Man injiziert 1 bis $1\frac{1}{2}$ ccm Lösung III ringförmig subkutan unter die Penishaut proximal vom einklemmenden Ring, und ebensoviel ringförmig in den Sulcus coronarius unter die nach rückwärts gezogene Schleimhaut des Präputiums. An der unteren Seite geht man mit der Hohlnadel dabei wiederum unter dem Frenulum durch. Nun kann man Spaltung und

Zirkumzision in der gewöhnlichen Weise vornehmen. Fig. 89 zeigt die Lage der durch punktierte Linien angedeuteten beiden Injektionsstreifen. Die Anästhesierung zur Exzision oder Kauterisation von Ulzerationen oder Kondylomen am Penis erfolgt nach den allgemeinen Regeln durch einfache Unterspritzung mit Lösung II.

Andere Operationen am Penis werden selten in Frage kommen. Reclus beschreibt zwei Penisamputationen unter Infiltrationsanästhesie. Die Anästhesierung des ganzen Penis wird sich mit wenigen Kubikzentimetern Lösung II sehr einfach bewerkstelligen lassen, wenn man an der Peniswurzel nicht nur das Unterhautzellgewebe, sondern auch den ganzen Querschnitt der Corpora cavernosa bis an die Harnröhrenschleimhaut heran damit infiltriert. Die Penisamputation erscheint mir wegen des psychischen Eindrucks auf den Kranken jedoch nicht sehr geeignet für die Lokalanästhesie.

Urethrotomia externa. Sie ist nach Reclus und Schleich, und ich kann dem nur beistimmen, ein besonders geeignetes Objekt für die Lokalanästhesie. Reclus berichtet von zwölf, Schleich von zwei Fällen, wo nach schichtweiser Infiltration der zu durchtrennenden Gewebe diese Operation sich gut ausführen ließ. Sie ist mir mit Schleichscher Technik ebenfalls zweimal leidlich, wenn auch nicht ganz schmerzlos gelungen. Durch die Anwendung von Suprarenin wird sie sehr viel leichter ausführbar, wie in Narkose. Wie die Anästhesierungstechnik sich nunmehr gestaltet, mag durch ein Beispiel erläutert werden.

35jähriger Mann mit traumatischer Stiktur der Urethra in der Pars bulbosa. Sie war von den verschiedensten Ärzten für impermeabel erklärt worden. Auch uns gelang es zunächst nicht, sie zu passieren. Nach Injektion von 3 ccm Lösung IV in die Urethra und 6 Minuten langer Einwirkung derselben war jedesmal sofort die Einführung eines filiformen Bougies möglich. Der Dehnung aber setzte die Narbe unüberwindlichen Widerstand entgegen. Daher wurde am 5. Februar 1904 die Urethrotomie ausgeführt. Die Anästhesierung wurde folgendermaßen bewerkstelligt. Zunächst wurde wiederum die Schleimhaut der Urethra in der erwähnten Weise unempfindlich gemacht und eine Bougie bis in die Blase eingeführt. 50 ccm Lösung I wurden in folgender Weise injiziert (Fig. 90). Bei 1 und 2, ungefähr den Endpunkten des beabsichtigten Schnittes entsprechend, wurden die Einstichstellen durch zwei mit feinster Hohlnadel hergestellte Quaddeln markiert. Die weitere Injektion wurde mit einer 5-Grammspritze und langer Hohlnadel vorgenommen. Die Nadel wurde bei 1, zuerst senkrecht in die Tiefe, dann mehr nach rechts, dann mehr nach links in die Tiefe gestochen und das zwischen Urethra und Mastdarm gelegene Gewebe infiltriert. Dann wurde von 1 und 2 aus die Nadel wiederum tief eingestochen und die nächste Umgebung der Harnröhre, also das Corpus cavernosum und die Umgebung des Narbencallus, etwa in einer Ausdehnung von 5—6 cm infiltriert. Zuletzt wurde von 1 und 2 aus die Lösung in der bekannten rhombischen Figur Hackenbruchs

dicht unter die Haut in das Unterhautzellgewebe gespritzt. 6 Minuten später wurde die Operation begonnen. Sie bestand in der Eröffnung der Urethra vor der Striktur, Spaltung der sehr engen und harten Striktur und Dehnung des hinter der engen Stelle liegenden, ebenfalls noch bis in die Pars prostatica hinein narbig veränderten Teils der Urethra*).

Der Kranke empfand von dieser Operation nichts, außer der Dehnung des hintersten Harnröhrenabschnitts. Zu Klagen gab ihm aber auch diese Manipulation keine Veranlassung. Das eigentliche Operationsgebiet war in der Tat vollständig gefühllos, ohne daß noch Einspritzungen im Verlauf der Operation nötig gewesen wären. Die Blutarmut des Operationsfeldes war gegenüber dem sonst gewohnten Blutreichtum dieser Gewebe ganz besonders auffallend und erleichterte die Ausführung der Operation außerordentlich. Zu beachten ist bei dieser Operation wieder ganz besonders, daß nur sehr kleine Suprarenindosen angewendet werden, daß die blutenden Gefäße, auch wenn die Blutung während der Operation aus ihnen sehr gering ist, zu unterbinden sind, und eine gute Tamponade der Wunde anzulegen ist, um Nachblutungen zu vermeiden. Bei Beachtung dieser Maßregeln wird man die Suprareninwirkung bei dieser Operation, wenn man sie einmal kennen gelernt hat, nicht wieder missen mögen, auch wenn man in Narkose operiert.

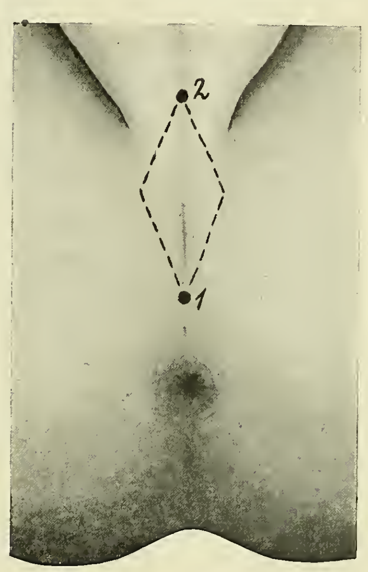


Fig. 90.

Für die operative Behandlung in der Dammgegend gelegener periurethraler Abszesse ist die Injektion anästhesierender Lösungen am Ort der Erkrankung wenig, für die Operation der Urininfiltration gar nicht geeignet. In einzelnen Fällen, wo die Vermeidung der Narkose notwendig erscheint, mag man die Sectio alta unter Lokalanästhesie ausführen, beschränkte sich indessen auf Fälle, wo große Weichteilschnitte, starkes Auseinanderziehen der Wundränder, ein breiter Zugang

---

*) Anm. Wir führen die Urethrotomie jetzt fast regelmäßig in Lokalanästhesie aus, indem wir in die Harnröhre 5 ccm Novokainlösung IV injizieren und den Penis zubinden, dann Novokainlösung II in der beschriebenen Art injizieren und etwa 15 Minuten später die Operation beginnen. Die Injektion zwischen Urethra bzw. Prostata und Mastdarm ist unter Leitung des in den Mastdarm eingeführten Fingers vorzunehmen.

zur Blase nicht nötig sind, in der Hauptsache also auf die Steinextraktion bei mageren Individuen. Ich habe zweimal mit befriedigendem Resultat in solchen Fällen die Sectio alta gemacht. Bei Durchtrennung der Bauchdecken folgt man der Schleichschen Technik, wie sie im 13. Kap. beschrieben ist. Noch vor Durchtrennung der Linea alba bzw. der Muskulatur werde das Cavum Retzii reichlich infiltriert. Die Blasenwand braucht nicht infiltriert zu werden. Doch werde der Operation die Anästhesierung der Blasenschleimhaut nach der auf S. 342 gegebenen Anweisung vorausgeschickt.

Operationen am Skrotum und seinem Inhalt. Operationen auch kompliziertester Art in diesem, in seiner äußeren Form und seiner Innervation gut abgegrenzten Gebiet erfordern fast niemals die Narkose. Die Haut des Skrotums, die Tunica dartos und das parietale Blatt der Tunica vaginalis communis wird durch Nervenfasern versorgt, welche unterhalb des Leistenkanals aus dem N. spermaticus externus und N. illo-inguinalis, und am Damm (N. scrotales posteriores) in das Unterhautzellgewebe eintreten. Ringförmige Infiltration des letzteren mit anästhesierenden Lösungen im Bereich des Skrotums macht deshalb das eingeschlossene Gebiet von der Haut bis zur Tunica vaginalis communis unempfindlich. Der Inhalt des Skrotums dagegen kann durch Injektion in und in die Umgebung des Samenstrangs am äußeren Leistenring, die Tunica vaginalis durch Anfüllen der Skrotalhöhle mit einer anästhesierenden Lösung sehr leicht unempfindlich gemacht werden.

Punktion und Jodinjektion bei Hydrozele. Der Einstichpunkt wird mit feiner Nadel infiltriert, der Troikart eingeführt und die Flüssigkeit entleert. Sie wird ersetzt durch Novokainlösung II, von der man so viel in den Hydrozelensack füllt, wie hineingeht, und die man 15 Minuten einwirken läßt. Der eingeführte Troikart muß während dieser Zeit, auf irgend eine Weise verschlossen, stecken bleiben, da die Lösung sonst aus der Skrotalhöhle durch die Einstichöffnung in das Unterhautzellgewebe läuft. Hierauf läßt man die Kokainlösung ablaufen und kann Jodtinktur injizieren, ohne daß der Kranke davon Beschwerden hat. Nachdrücklich muß vor der Injektion auch nur kleiner Quantitäten konzentrierter Kokainlösung in die Skrotalhöhle gewarnt werden.

Radikaloperation der Hydrozele. In einfachen Fällen mit dünnen Wandungen kommt man damit aus, daß man zunächst die Tunica vaginalis in derselben Weise, wie zur Jodinjektion unempfindlich macht, dann das Unterhautzellgewebe an der Vorderfläche des Skrotums von zwei, den Endpunkten des beabsichtigten Schnitts ent-

sprechenden Einstichstellen aus in Form eines langgestreckten Hackenbruchschen Rhombus (Fig. 91, links) mit Novokainlösung II reichlich infiltriert. Die Radikaloperation nach Volkmann oder Winkelmann ist dann schmerzlos auszuführen. Wenn jedoch nach Eröffnung der Tunica Manipulationen am Hoden nötig werden, wenn die Tunica verdickt ist oder ganz exstirpiert werden soll, dann sind die Resultate keineswegs befriedigend, auch wenn man nachträglich versucht, die Umgebung der Tunica zu infiltrieren. Hierzu ist die Anästhesierung des

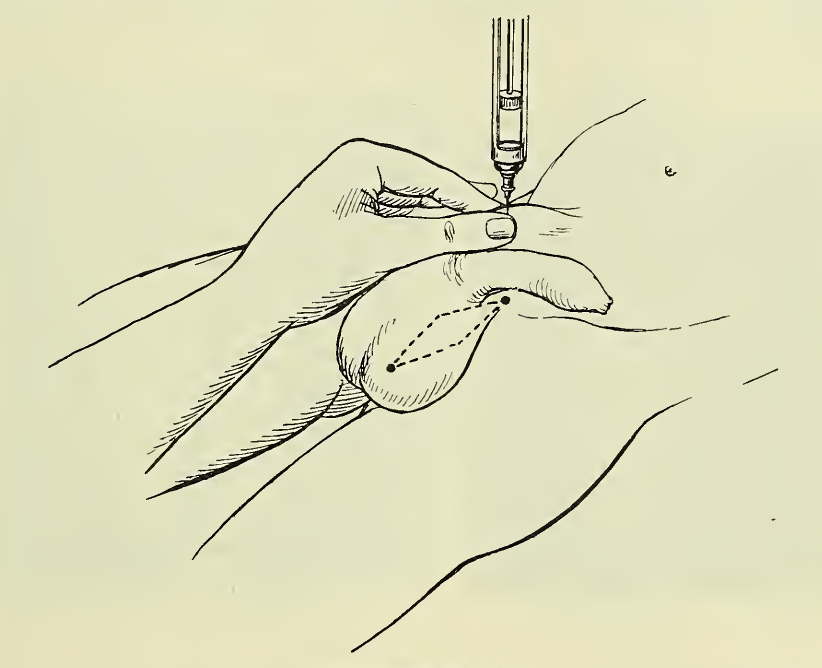


Fig. 91 (nach Reclus).

Inhalts des Skrotums unbedingt notwendig, mit welcher am besten jede Hydrozelenoperation eingeleitet wird. Sie erfolgt durch Leitungsunterbrechung der aus dem Leistenkanal austretenden Nerven nach der vor langer Zeit von Reclus gegebenen Vorschrift.

Man faßt (Fig. 91) mit dem Daumen und Zeigefinger der linken Hand den Samenstrang unmittelbar nach seinem Austritt aus dem äußeren Leistenring und injiziert 1 ccm Lösung IV oder 2 ccm Lösung III zum Teil direkt in den Samenstrang, zum anderen Teil ringförmig in dessen nächste Umgebung. Denselben Einstichpunkt verwendet man dazu, um in der weiteren Umgebung des Samenstrangs, am oberen Pol der Geschwulst 10 ccm Lösung II zu verteilen. Es folgt

die Anästhesierung des Hautschnitts wie oben. 5—10 Minuten später ist der Hoden mit seinen Hüllen gefühllos. Alle Hydrozelen und Hämatozelen lassen sich auf diese Weise sehr leicht schmerzlos operieren.

Operationen am Hoden, Nebenhoden und Samenstrang. Da durch die Injektion in den Samenstrang der Hoden mit seinen Hüllen gefühllos wird, reicht das gleiche Verfahren auch für die Kastration aus. Doch ist dann gewöhnlich eine umfangreichere Anästhesierung der Skrotalhaut notwendig, namentlich wenn Fisteln bestehen. Am besten ist es, folgendermaßen vorzugehen (Fig. 92). Vier Einstichpunkte werden durch Quaddeln markiert. Der erste liegt in

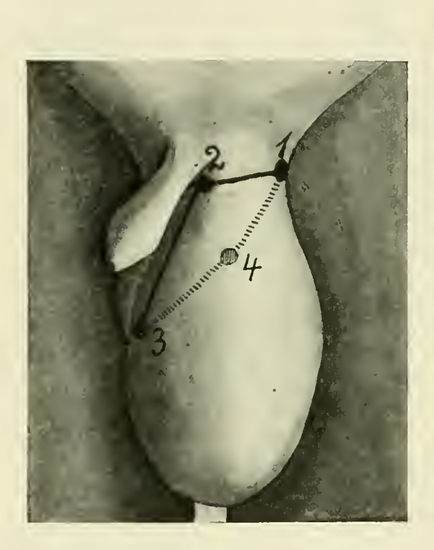


Fig. 92

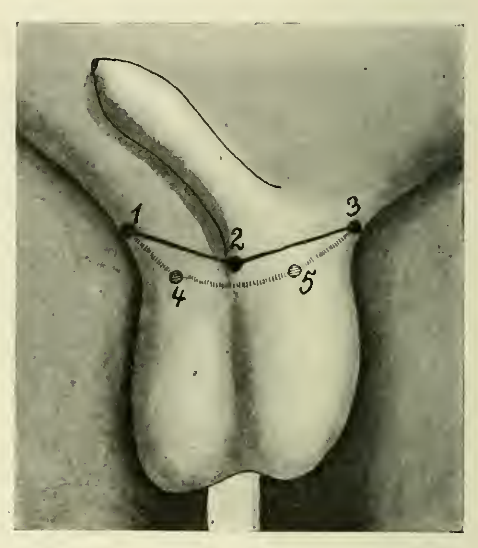


Fig. 93.

der Nähe des äußeren Leistenrings, der zweite neben der Peniswurzel, der dritte in der Raphe skroti, bzw. an dem am weitesten nach der anderen Seite hinüberreichenden Punkt des Operationsfeldes, der vierte an der Rückseite des Skrotums, wo dasselbe in den Damm übergeht. Vom Punkt 1 aus nimmt man zuerst die Injektion in den Samenstrang in der vorhin geschilderten Weise vor, infiltriert von demselben Punkt aus die weitere Umgebung des Samenstrangs am Ansatz des Skrotums mit Novokainlösung II, infiltriert endlich das subkutane Zellgewebe und die Tunica dartos von allen vier Punkten aus in der Richtung der punktierten Linie. Die Injektion auf der Rückseite wird bei nach oben geschlagenem Skrotum vorgenommen. Wenn das möglich ist, injiziert man endlich vom Punkt 3 aus 5—10 ccm der

Lösung in die Scheidewand der beiden Skrotalhöhlen. Nun ist man einer völligen Ausschaltung aller Nervenverbindungen der so behandelten Hälfte des Skrotums und ihres Inhalts sicher und kann an ihr beliebige Operationen vornehmen. Sollen beide Hälften des Skrotums gleichzeitig anästhesiert werden, so würde man die Infiltration von vier oder fünf Einstichpunkten nach Fig. 93, in der Richtung der punktierten Linie vornehmen, nachdem zuvor beide Samenstränge durch Injektion von Lösung IV unterbrochen wurden. Bei Operationen im Skrotum und Verwendung von Suprarenin ist noch mehr als sonst darauf zu achten, daß jeder Blutpunkt, auch wenn er noch so unbedeutend erscheint, aufgesucht und unterbunden wird, um die Entstehung von Hämatomen zu verhüten.

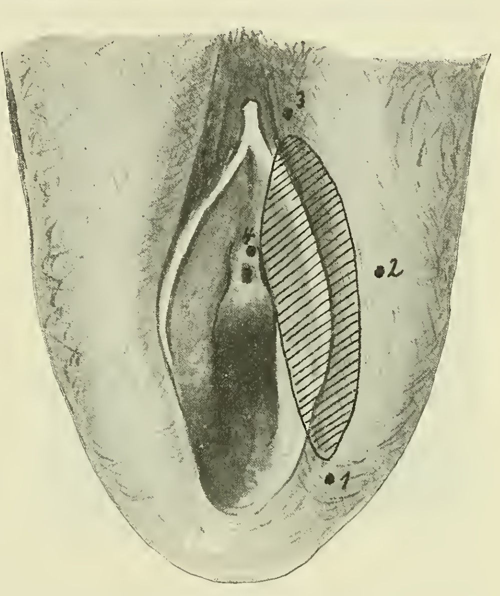


Fig. 94.

Operationen an den weiblichen Geschlechtsorganen. Bei den Gynäkologen hat die Lokalanästhesie noch wenig Eingang gefunden, obwohl ein Teil ihrer Operationen ihr sehr gut zugänglich ist. Es mag das wohl unter anderem daran liegen, daß die Rücksicht auf die Psyche der Kranken hier noch häufiger, als in anderen Disziplinen die Ausschaltung des Bewußtseins wünschenswert macht. Trotzdem verdient die Lokalanästhesie bei Operationen am Damm und Scheideneingang mehr Beachtung, als sie gefunden hat. Umspritzung des Operationsfeldes ist stets sehr leicht ausführbar und ruft vollständige Anästhesie hervor. Ich schildere zunächst ein Beispiel einer ausgedehnten Operation am Scheideneingang.

Ich sollte einer 70jährigen, sehr ängstlichen Frau ein ulzeriertes, außerordentlich schmerzhaftes Kankroid exstirpieren. Letzteres nahm die obere Hälfte der linken großen Schamlippe ein, ging auf die kleine Schamlippe über, ein Zipfel reichte bis dicht an die Urethralmündung. Das Operationsfeld hatte ungefähr die in Fig. 94 durch Schraffierung bezeichnete Ausdehnung. Die vier durch Quaddeln markierten Ein-

stichstellen sind durch Punkte angedeutet. 75 ccm Lösung I wurden von diesen Stellen aus so injiziert, daß eine infiltrierte Gewebsschicht das Operationsfeld vom übrigen Körper gleichsam abtrennte. Zuletzt wurde von den vier Einstichstellen aus das Unterhautzellgewebe bzw. submuköse Gewebe in Form des Hackenbruchschen Rhombus infiltriert. Nach einigen Minuten ließ sich die Exstirpation des Tumors unter Entfernung des größten Teiles der linken kleinen Schamlippe schmerzlos und blutlos ausführen und die Naht anlegen. Nach demselben Prinzip, Infiltration der das Operationsfeld umgebenden gesunden, nicht entzündeten Gewebe mit 40—50 ccm Lösung I kann die Exstirpation der vereiterten Bartholinschen Drüse ohne Schmerz und Blutung, ambulant und ohne Assistenz mit Leichtigkeit gemacht werden.

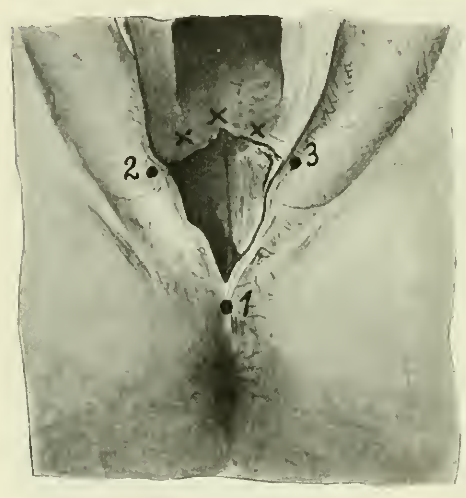


Fig. 95.

Wie bei der Naht des frischen Dammrisses zu verfahren ist, zeigt Fig. 95. Man kommt, wenn man lange Hohlnadeln besitzt, in der Regel mit einem einzigen zwischen After und hinterem Ende der Wunde gelegenen Einstichpunkt, der zuvor durch eine Quaddel zu markieren ist, aus. Von hier muß man zunächst den Grund der Wunde infiltrieren, indem man die Nadel drei- bis viermal kontinuierlich injizierend unter der Wunde bis unter die Scheidenschleimhaut an die durch x bezeichneten Punkte vorschiebt, dann sie in gleicher Weise unter die Haut und Schleimhaut des besonders empfindlichen Scheideneingangs führt, zuletzt dicht unter der Haut das Unterhautzellgewebe in der Richtung 1—2 und 1—3 infiltriert. Ist der Riß sehr unregelmäßig, so ist es bequemer, bei 2 und 3 noch besondere Einstichpunkte zu markieren. Reicht der Riß bis in den Mastdarm, so braucht man statt des Einstichpunktes 1 ebenfalls zwei rechts und links vom After, an der Schleimhautgrenze gelegene Einstichpunkte. Für einen Dammriß mittlerer Größe braucht man 30—40 ccm Lösung I. Ganz ebenso gestaltet sich die Anästhesierung bei plastischen Operationen am Damm, wobei vorhandene Narben natürlich niemals selbst infiltriert werden, und bei Kolporaphien. Zur Aufhebung des Schmerzes ist bei

allen diesen Operationen die Narkose eigentlich niemals notwendig. Das geschieht durch die Lokalanästhesie ganz ebensogut.

Die Schleimhaut der Vagina und des Uterus, sowie die Portio vaginalis besitzt an und für sich fast gar keine Schmerzempfindlichkeit. Trotzdem sind Operationen an diesen Teilen meist nicht geeignet für die Lokalanästhesie, weil das Operationsfeld erst zugänglich gemacht werden muß durch starkes Auseinanderziehen des Scheideneinganges und Herabziehen des Uterus. Beides ist schmerzhaft, besonders jede Zerrung am Uterus. Bei totalem Prolaps dieses Organs ist nach Reclus sogar die vaginale Hysterektomie unter Lokalanästhesie leicht ausführbar.

Bei Operationen an dem in diesem Kapitel abgehandelten Gebiet macht, soweit es von Sakralnerven versorgt ist, die Medullaranästhesie der Lokalanästhesie ernstliche Konkurrenz. Für besondere Fälle von Katheterismus, für die Zystoskopie, die Urethrotomie, für kompliziertere Operationen am Damm, der Vulva und Vagina, werden Ärzte, die mit der Medullaranästhesie vertraut sind, letztere vorziehen. Denn sie ist hier sicher, von sehr langer Dauer und mit sehr kleinen Dosen des Anästheticums meist ohne Nebenwirkungen zu erreichen. Bei Operationen am Penis, dem Skrotum und seinem Inhalt ist die örtliche Anästhesierung des Operationsfeldes allein indessen so einfach, daß ich die Anwendung der Medullaranästhesie da nicht für berechtigt halte.

Literatur. Bazy: De l'anésthésie chirurg. dans les affections des voies urinaires. La Semaine med. 1899, Nr. 10. — Freund: Lokalanästhesie mittels Eukain-Adrenalin. Zentralblatt für Gynäkologie 1904, Nr. 48. — Guyon: Lecons cliniques sur les maladies des voies urinaires. Paris 1897, Bd. III. — Lammers: Radikaloperation der Hydrozele unter Lokalanästhesie. Zentralblatt für Chirurgie 1898, Nr. 20. — Brick: De l'action calmante de l'antipyrin chez les prostatiques. Semaine med. 1894, S. 128. — Pousson: Analgésie vésicale par l'antipyrine. Journ. de méd. de Bordeaux, 19. 5. 1895. — Tamboise: De l'emploi de la cocaine dans la chir. des org. gen.-urinaires. Thèse de Lille, 1895/96. — Torcaille et Labrarie: De l'anésthésie locale par la cocaine dans le traitement de l'hydrocele par inj. jodée. Thêse de Paris 1895. — Vigneron: Analgésie vésicale par l'antipyrine. Annal. des mal. des organes gén.-urinaires 1894, S. 348.

15. Kapitel.

Operationen in der Analgegend.

Der Lokalanästhesie bei Operationen am After gebührt eine viel größere Verbreitung, als sie bisher besitzt. Denn sie sind sehr leicht und sicher ohne Narkose ausführbar, falls das Operationsgebiet die Analöffnung nicht zu weit überschreitet. Reclus und Schleich, der erstere bereits im Jahre 1889, haben immer wieder auf die Tatsache hingewiesen, daß der After ein ganz besonders geeignetes Objekt für die Lokalanästhesie ist, und Schleich hat nicht ohne Grund gerade eine Analoperation beim deutschen Chirurgenkongreß im Jahr 1894 zur Demonstration gewählt. Es hat in der Tat für den Unkundigen etwas Überraschendes, die forcierte Dehnung des Afters und die Exzision von Hämorrhoidalknoten ohne Narkose bei völliger Unempfindlichkeit ausgeführt zu sehen.

Dehnung des Afters, Fissura ani, Hämorrhoidaloperationen.

Ich schildere zunächst das Verfahren Reclus', weil er der erste war, der eine typische Anästhesierungstechnik bei diesen Operationen angegeben hat, von der sich die neueren Methoden im Prinzip nicht wesentlich unterscheiden.

Reclus steckt erst kleinere, dann größere Wattetampons, die mit 1% Kokainlösung getränkt und mit Fadenzügeln versehen sind, in den Anus (Fig. 96) und läßt sie 5 Minuten liegen. Dadurch wird die Schleimhaut unempfindlich, und der Sphinkter ani erschlafft. Hierauf wird mit ½% Kokainlösung Haut und Unterhautzellgewebe dicht an der Schleimhautgrenze rings um den After herum infiltriert. Dann wird der Zeigefinger in den After eingeführt und unter seiner Leitung von sechs dicht neben dem After gelegenen Einstichstellen aus ½% Kokainlösung in den Sphinkter ani injiziert (Fig. 97). Nunmehr kann die Dehnung des Afters und die Exzision von Hämorrhoidalknoten schmerzlos ausgeführt werden. Reclus braucht hierzu 0,1—0,15 Kokain, also eine relativ hohe Dosis.

Schleich injiziert bei Hämorrhoidaloperationen, ohne zuvor den Sphinkter zu dehnen, zunächst in einen Knoten 0,1—0,2% Kokainlösung, bis er auf das Doppelte seiner Größe aufgebläht ist, umschneidet ihn an seiner Basis, exzidiert ihn und vernäht sofort die entstandene Wunde, oder er brennt ihn ab. Beim nächsten Knoten wird das

gleiche Verfahren eingeschlagen. Ringförmige Anästhesie der Sphinkteren behufs Dilatation, Inzision oder Spekulumuntersuchung erreicht



Fig. 96 (nach Reclus).



Fig. 97 (nach Reclus).

er durch fortlaufende periphere Aufschwemmung der Analfalten mit 0,1 % Kokainlösung und mehrere penetrierende Injektionen in den Sphinkter, also in derselben Weise wie Reclus. Für die Dehnung des Afters, für Spekulumuntersuchungen und Inzisionen reicht dieses

Verfahren in der Tat bei sehr geringem Kokainverbrauch vollkommen aus. Soll aber nun in der von der Narkose her gewohnten Art an die Dehnung des Afters die Exzision oder Thermokauterisierung eines Kranzes von Hämorrhoidalknoten angeschlossen werden, so genügt die einmalige Infiltration mit diesen dünnen Kokain- oder Eukainlösungen gewöhnlich nicht, die Sensibilität kehrt eher zurück, als man fertig ist, man muß immer wieder von neuem infiltrieren, und weder Arzt noch Patient sind mit diesem Verfahren zufrieden. Allenfalls gelingt noch die Exzision der Hämorrhoidalknoten, wenn man sich recht beeilt, das Abbrennen verursacht fast stets Schmerzen. Die Erklärung dieser Differenz ergibt sich aus dem S. 85 erörterten Umstande, daß in einem Stadium der örtlichen Kokainvergiftung, in dem die Gewebe gegen Stich und Schnitt noch unempfindlich sind, thermische Reize bereits wieder Schmerzempfindungen auslösen. Es ist also wohl erklärlich, daß es sich bei uns bis jetzt nicht eingebürgert hat, diese Operationen unter Lokalanästhesie auszuführen, und Matas, ein auf dem Gebiet der Lokalanästhesie besonders erfahrener Autor, erklärt direkt, daß ausgedehnte Hämorrhoidaloperationen unter Lokalanästhesie nicht möglich seien. Das ist nun durchaus nicht der Fall. Man

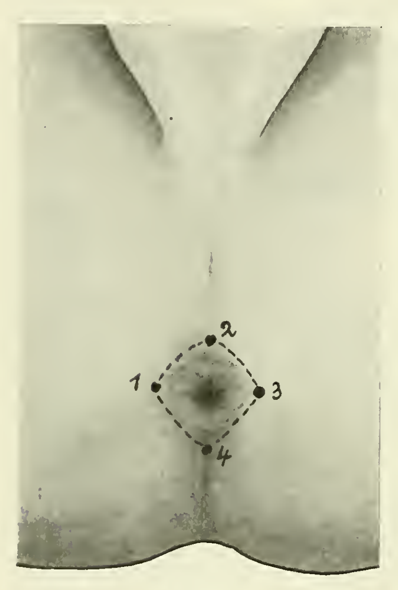


Fig. 98.

braucht nur eine intensivere örtliche Vergiftung der Gewebe hervorzurufen, entweder durch Anwendung höher konzentrierter Kokainlösungen, als Schleich sie vorschreibt, oder durch andere Mittel, um Hämorrhoidaloperationen in typischer Weise bequem ausführen zu können. Ich habe mehrere Jahre hindurch zahlreiche Hämorrhoidaloperationen vollkommen schmerzlos so ausgeführt, daß ich nach Schleichscher Vorschrift die Analgegend mit einer Lösung infiltrierte welche 0,1 % Kokain oder Eukain und 0,1 % Akoin enthielt. Man erzielt damit eine Anästhesie der Analgegend von etwa 2 Stunden Dauer und kann nach Dehnung des Afters Hämorrhoidaloperationen nach beliebiger Methode ausführen. Seit Einführung des Suprarenins wende ich das Akoin auch für diese Zwecke nicht mehr an, empfehle

vielmehr folgendes Verfahren sowohl für die operative Behandlung der Fissura ani, wie der Hämorrhoiden und Fisteln.

Zur Injektion dient Lösung I oder besser Lösung II mit Novokain. Mit feinster Hohlnadel werden in der Umgebung der Analöffnung, in der Haut, fingerbreit vom Schleimhautrand entfernt, vier Quaddeln gebildet, welche als Einstichpunkte für die mit der 5-Gramm-Spritze und langer Hohlnadel erfolgende weitere Injektion dienen (Fig. 98). Von diesen vier Einstichpunkten wird zunächst das subkutane Gewebe in einem den After umgebenden Streifen (in Fig. 98 durch eine punktierte Linie bezeichnet) infiltriert. Man braucht hierzu 10—20 ccm der Lösung. Nun führt man den linken Zeigefinger in den After ein, ich

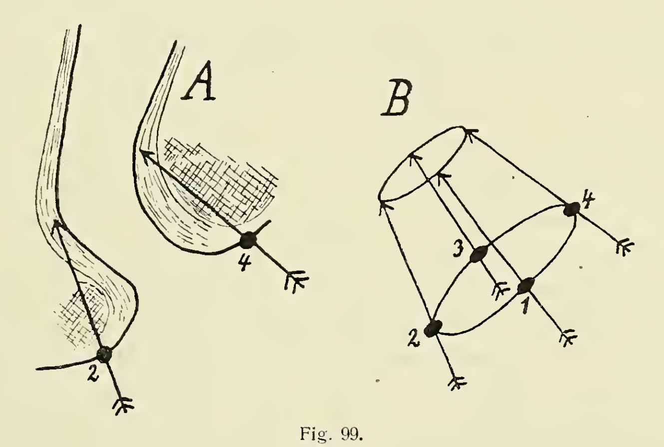


Fig. 99.

nehme an, das sei, wie meistens bei Hämorrhoidaloperationen, ohne Schmerz möglich. Dann sticht man die Hohlnadel bei Punkt 1 ein und führt sie infiltrierend durch den Sphinkter hindurch, bis der linke Zeigefinger ihre Spitze unter der Schleimhaut des Mastdarms, oberhalb des Afterringes, fühlt. Indem man von dem gleichen Einstichpunkt aus die Hohlnadel noch zweimal in einer von der ersten etwas abweichenden Richtung, ununterbrochen injizierend, bis unter die Rektalschleimhaut schiebt, infiltriert man den ersten Quadranten der den Anus umgebenden Gewebe. In gleicher Weise verfährt man von den übrigen Einstichpunkten aus. Fig. 99 A zeigt einen Sagittalschnitt durch den After, auf dem die Einstichpunkte 2 und 4 der Fig. 98 zu sehen sind. Die Pfeile bezeichnen die Führungslinien der Hohlnadel. Fig. 99 B endlich zeigt, wie das ganze Verfahren darauf ausgehen muß, eine kegelmantelförmige Gewebsschicht, die den Afterteil des Rektums völlig einschließt, mit der anästhesierenden Lösung zu durchtränken.

Von jedem der Einstichpunkte sind, abgesehen von der zirkulären Injektion, 10—15 ccm der Lösung zu injizieren, so daß man im ganzen etwa 70 ccm verbraucht. Nach einigen Minuten wird der Anus nebst der Schleimhaut und Haut, soweit sie in den Infiltrationsring eingeschlossen ist, unempfindlich, und beliebige Operationen können an ihr nach Dehnung des Sphinkters, genau wie in Narkose, vorgenommen werden. Die von Reclus empfohlene Injektion unter Leitung des in den After eingeführten Fingers erleichtert ihre exakte Ausführung ganz außerordentlich. Läßt sich daher der Finger anfangs wegen zu großer Schmerzhaftigkeit nicht einführen, so muß man zuerst die Analschleimhaut unempfindlich machen, entweder in der von Reclus angegebenen Weise (Fig. 96), oder indem man von den vier Einstichpunkten aus das submuköse Gewebe in toto besonders infiltriert.

Fistula ani. In einfachen Fällen kurzer Fisteln, welche die mühelose Einführung einer Sonde bis in den Mastdarm und damit eine vollständige Übersicht über den Verlauf des Ganges gestatten, verfährt man folgendermaßen. Neben der äußeren Öffnung der Fistel werden zwei Einstichpunkte markiert, der linke Zeigefinger wird in den Mastdarm eingeführt, so daß seine Spitze an der inneren Fistelöffnung gelegen ist. Von den beiden Einstichpunkten wird das den Fistelgang umgebende Gewebe mit irgend einer anästhesierenden Lösung infiltriert, indem man die Hohlnadel auf verschiedenen Seiten des Ganges so weit vorschiebt, bis ihre Spitze neben der inneren Öffnung unter der Schleimhaut zu fühlen ist. Dann wird die Operation in der gewöhnlichen Weise ausgeführt. Meist liegen aber die Verhältnisse nicht so einfach, der Fistelgang ist gewunden, es bestehen mehrere Fisteln, erst nach Dehnung des Afters und im Verlauf der Operation zeigt sich, was zu tun ist. In solchen Fällen anästhesiert man die Analgegend in derselben Weise wie zur Hämorrhoidenoperation, durch kegelmantelförmige Infiltration ihrer Umgebung. Es ist Sorge zu tragen, daß das gesamte erkrankte, fistulöse, entzündete Gewebe innerhalb des Kegelmantels gelegen ist, die erkrankten Gewebe aber bei der Anästhesierung unberührt bleiben. Es bleiben dann immer noch Fälle übrig, wo die Fistelgänge weit vom After ihre Ausmündung haben, und eine Orientierung über die Ausdehnung des Operationsfeldes zunächst gar nicht zu gewinnen ist. In solchen Fällen ist Medullaranästhesie oder Narkose anzuwenden.

Periproktitische Abszesse. Bei Spaltung periproktitischer Abszesse gelingt eine vollständige Anästhesierung des Operationsfeldes nur sehr selten. Sie liegen gewöhnlich tief, ihre Grenzen sind vor

der Spaltung nicht zu erkennen, eine regelrechte Infiltration der gesunden, den Abszeß einschließenden Gewebe ist nicht möglich. Bei wenig empfindlichen Kranken kann man sich ja auf Anästhesierung der den Abszeß bedeckenden und zu durchschneidenden Gewebsschichten beschränken, darf aber das Resultat einer derartigen Anästhesierung nicht mit dem einer Narkose oder der Medullaranästhesie vergleichen.

Bei allen komplizierteren Operationen in der Analgegend ist die Narkose oder die Medullaranästhesie, die an dieser Stelle am leichtesten durch sehr kleine Dosen eines Anästheticums zu erreichen ist der örtlichen Anästhesierung des Operationsfeldes vorzuziehen. Bei Hämorrhoiden, einfachen Mastdarmfisteln und Fissura ani halte ich die Anwendung der Medullaranästhesie für kontraindiziert, weil die Lokalanästhesie das Operationsfeld ebenso leicht und sicher unempfindlich zu machen erlaubt.

---

16. Kapitel.

Operationen an der oberen Extremität.

A. Experimentelle Untersuchungen über die Leitungsanästhesie an der oberen Extremität.

An der oberen Extremität lassen sich einige subkutan und subfaszial gelegene Nervenstämme gut durch perineurale Injektion anästhesierender Lösungen leitungsunfähig machen. Ich lasse zunächst die Ergebnisse experimenteller Studien über diesen Gegenstand folgen, die im Laufe mehrerer Jahre an gesunden, urteilsfähigen Personen mit normaler Sensibilität angestellt worden sind*).

Fig. 100 zeigt die Verteilung der Nerven der oberen Extremität, soweit sie hier interessieren, projiziert auf die Körperoberfläche. Wichtig ist namentlich die Kenntnis der Durchtrittsstellen der Hautnerven durch die Faszie. Diejenigen der langen Hautnerven am Vorderarm sind verhältnismäßig konstant, während die kurzen Hautnerven am Oberarm sehr erhebliche individuelle Abweichungen in ihrem Verlaufe zeigen. Fig. 101 zeigt einen Querschnitt durch den Vorderarm, drei Finger breit über dem Os piriforme, gezeichnet nach einem in Formalin gehärteten Präparat.

*) Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. 71, Heft 1.

Der Stamm des N. medianus ist ungefähr in der Höhe dieses Querschnittes nach meiner Erfahrung am besten in folgender Weise zugänglich (auf der Fig. 101 durch einen Pfeil bezeichnet). Man sticht dicht neben der Sehne des M. palmaris longus und zwar ulnarwärts von ihr die Hohlnadel zunächst unter die Haut, wobei man die hier gelegene Hautvene zu vermeiden hat. Nun stellt man die Nadel quer zur Achse des Vorderarmes, sticht sie durch die Faszie unter die

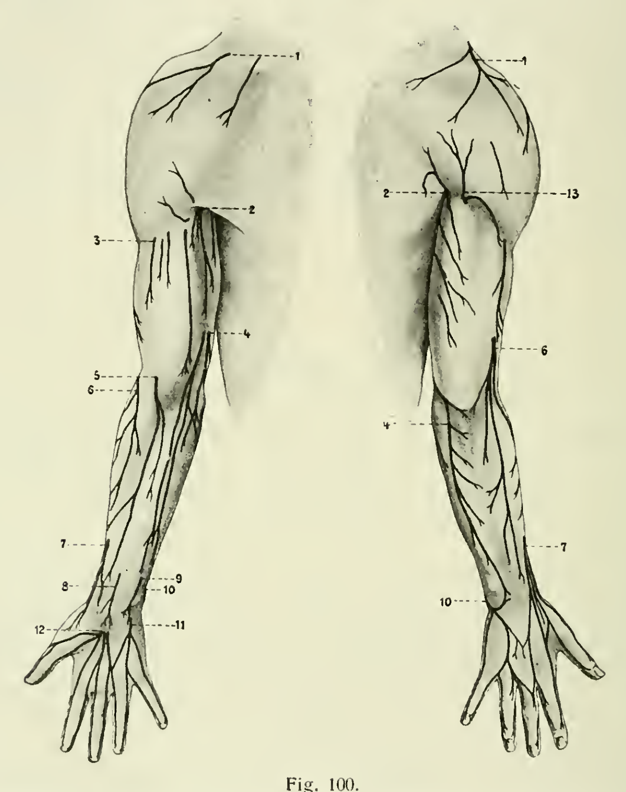


Fig. 100.
1 Supraclaviculares. 2 Cutaneus brachii medialis. 3 Cutaneus brachii anterior. 4 Cutaneus antebrachii med. 5 Cutaneus antebr. lateralis. 6 Cutaneus antebr. dorsalis. 7 Radialis superficialis. 8 Ramus palmaris N. mediani. 9 Ramus palmaris N. ulnaris. 10 Ramus dorsalis N. ulnaris. 11 N. ulnaris. 12 N. medianus. 13 Cutaneus brachii lateralis.

Sehne des M. palmaris longus und schiebt sie schräg gegen den Radius zu $1\frac{1}{2}$ cm vor, so daß ihre Spitze nun etwa unter der Sehne des M. flexor radialis liegt. Während des Vorschiebens und Zurückziehens der Nadel injiziert man subfaszial die anästhesierende Lösung. Eine subkutane Injektion in dieser Gegend ist ganz wirkungslos.

Versuch 1 (18. Juni 1898. Dr. B.). Feste Abschnürung des Oberarmes, Injektion von 1 ccm 1% Tropakokainlösung 3 cm über dem Handgelenk unter

die Sehne des M. palmaris longus. Hierauf wurde die umschnürende Gummibinde so weit gelockert, daß starke Stauungshyperämie am Arm eintrat. 15 Minuten nach der Injektion war volle Anästhesie im Gebiete des N. medianus, sowie Lähmung der kurzen Daumenmuskeln entstanden. Nach Entfernung der Gummibinde hielt die Anästhesie noch 15 Minuten an.

Versuch 2 (14. Mai 1902. Dr. B.). $^1/_2$ ccm $2^0/_0$ Kokainlösung wurde 4 cm oberhalb des Handgelenkes unter die Sehne des M. palmaris longus und flexor radialis injizert. Der Oberarm wurde nicht abgeschnürt.

10 Uhr 45 Min.: Injektion.

10 Uhr 47 Min.: Kriebeln und Wärmegefühl im 1., 2., 3. und 4. Finger, gleich darauf auch im Handteller.

10 Uhr 55 Min.: Vollständige Anästhesie auf der Beugeseite des Mittelfingers an der radialen Seite des 4. Fingers, am Daumenendglied und im Hand-

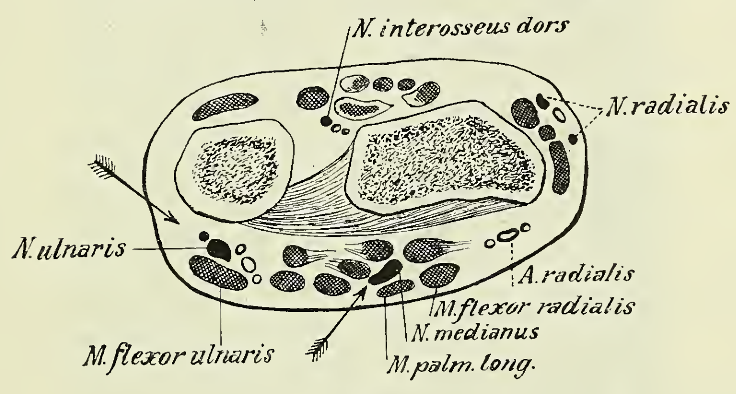


Fig. 101.

teller, sehr starke Herabsetzung der Sensibilität im ganzen Nervengebiet, Parese der Daumenmuskeln.

11 Uhr 25 Min.: Sensibilität kehrt zurück.

Versuch 3. (10. Oktober 1902. cand. med. B.). 11 Uhr 55 Min.: Injektion von 1 ccm $^1/_2{}^0/_0$ Kokainlösung mit drei Tropfen Suprareninlösung an den Medianusstamm über dem Handgelenk. Der Arm wurde nicht abgeschnürt. Nach 15 Minuten war die Sensibilität im Medianusgebiet in der Fig. 102, I, II bezeichneten Ausdehnung fast ganz aufgehoben, am Daumenballen, im Handteller und auf der Beugeseite des Daumens und Zeigefingers ganz erloschen. Sehr ausgesprochene Lähmung der kurzen Daumenmuskeln, die Haut des Medianusgebietes war hyperämisch, rot und zeigte erhöhte Temperatur, während die Haut des benachbarten Ulnarisgebietes die normale Blutfüllung behielt. Die Sensibilität kehrte gegen 2 Uhr, 2 Stunden nach der Injektion, wieder.

Wir sehen also bei derartigen Versuchen an den gemischten Extremitätennerven wirklich eine vollständige Leitungsunterbrechung, wie wenn der Nerv durchschnitten wäre, eintreten. Nicht bloß die sensiblen Bahnen, sondern auch die motorischen sind gelähmt. Indessen

pflegt sich die größere Empfindlichkeit der sensiblen Fasern gegen die örtlichen Anästhetica sehr deutlich darin auszudrücken, daß die Dauer der motorischen Lähmung stets sehr viel kleiner ist, als die der sensiblen Lähmung. Endlich zeigt sich häufig eine sehr ausgeprägte Vasomotorenlähmung mit Hyperämie in dem betroffenen Nervengebiet. Ihre Intensität wechselt ebenso, wie bei Nervendurchschneidungen. Wenn irgendwo rein sensible Nervenstämme unterbrochen werden, fehlt

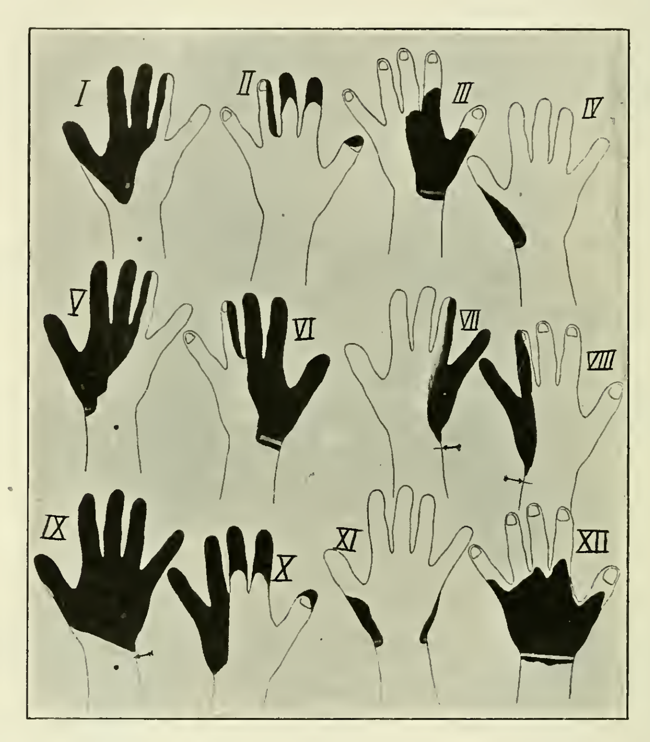


Fig. 102.

natürlich die periphere Vasomotorenlähmung. Die anämisierende Wirkung des Suprarenins beschränkt sich bei Versuchen dieser Art selbstverständlich auf die Injektionsstellen.

Höher oben am Vorderarm, in der Ellenbeuge oder am Oberarm, ist der Medianusstamm einer auch nur einigermaßen zuverlässigen perineuralen Injektion durch die unverletzte Haut hindurch nicht mehr zugänglich, wenigstens ist das Gelingen derselben vom Zufall abhängig, auch wenn man noch so viel Flüssigkeit injiziert; der Nerv liegt, insbesondere bei muskulösen oder fetten Personen, tief und versteckt. Außerdem ist die Nachbarschaft der großen Gefäße nicht unbedenklich.

Zur Ausführung einer künstlichen Leitungsunterbrechung ist daher die vorherige Freilegung des Nervenstammes und endoneurale Injektion notwendig. Vor planlosem Einstechen der Hohlnadel in den Sulcus bicipitalis internus muß nachdrücklich gewarnt werden. Praktisch ist mit der isolierten Leitungsunterbrechung des N. medianus über dem Handgelenk nicht viel anzufangen, hauptsächlich deshalb, weil ein großer Teil des Medianusgebietes Nervenreize auch auf dem Wege des N. radialis superficialis zum Zentrum leitet, und deshalb der größte Teil der vom Medianus versorgten Gewebe oft nicht ganz insensibel wird. Eine völlige Unempfindlichkeit eines Teiles der Hand ist jedoch durch gleichzeitige Leitungsunterbrechung des N. medianus und radialis zu erhalten.

Sämtliche Endverzweigungen des N. radialis werden getroffen, wenn man die anästhesierende Flüssigkeit subkutan in einem quergestellten Streifen injiziert, der von der Gegend, wo der Puls der A. radialis zu fühlen ist, oder etwas höher, am Processus styloideus radii vorbei bis in die Mitte der Streckseite des Handgelenkes verläuft. Die Hohlnadel soll unter den Hautvenen vorgeschoben werden.

Versuch 4. Nach der Abschnürung des Oberarmes wurden $1\frac{1}{2}$ ccm $\frac{1}{2}\%$ Kokainlösung in der eben erwähnten Weise injiziert. Bereits nach 5 Minuten war Anästhesie in der Fig. 102, III, IV bezeichneten Ausdehnung eingetreten. Der helle Streifen deutet die injizierte Lösung an.

Versuch 5. (13. Mai 1899, Dr. B.). Derselbe Versuch mit 2 ccm $\frac{1}{2}\%$ Tropakokainlösung bei Abschnürung des Oberarmes ergab nach 10—15 Minuten Anästhesie etwa in gleicher Ausdehnung.

Versuch 6 bildet die Fortsetzung des Versuches 3. An derselben Hand, wo bereits der N. medianus unterbrochen war, wurde 1 ccm $\frac{1}{2}\%$ Kokainlösung mit Zusatz von 3 Tropfen Suprareninlösung 1:1000 an den N. radialis über dem Handgelenk injiziert. 15 Minuten später war die Hand in der (Fig. 102, V, VI) bezeichneten Ausdehnung völlig unempfindlich. Das Radialisgebiet blieb ca. 4 Stunden unempfindlich.

Während der Leitungsunterbrechung des N. radialis allein ebenfalls geringe praktische Bedeutung zukommt, obwohl man gelegentlich oberflächliche Operationen auf der radialen Hälfte des Handrückens auf diese Weise schmerzlos machen kann, ist sie im Verein mit der Medianusanästhesierung ein sehr einfaches und sicheres Verfahren, um die radiale Hälfte der Hand absolut unempfindlich zu machen.

Höher oben ist der Stamm des N. radialis nur an der Stelle zugänglich, wo er an der Grenze des mittleren und unteren Drittels des Oberarmes das Lig. intermusculare kreuzt und zwischen Beuge- und Streckmuskeln an der Außenseite manchmal durchgefühlt werden

kann. Stößt man hier die Hohlnadel senkrecht bis auf den Knochen und injiziert, so gelingt es manchmal, den Nerven leitungsunfähig zu machen.

Versuch 7 (2. Mai 1902. Dr. B.). 12 Uhr: Injektion von 1 ccm 2%, Kokainlösung in der oben geschilderten Weise. Die Hohlnadel hatte den Nervenstamm genau getroffen, bei der Berührung des Nervenstammes mit der Nadelspitze entstanden die bekannten ausstrahlenden Parästhesien. Keine Abschnürung.

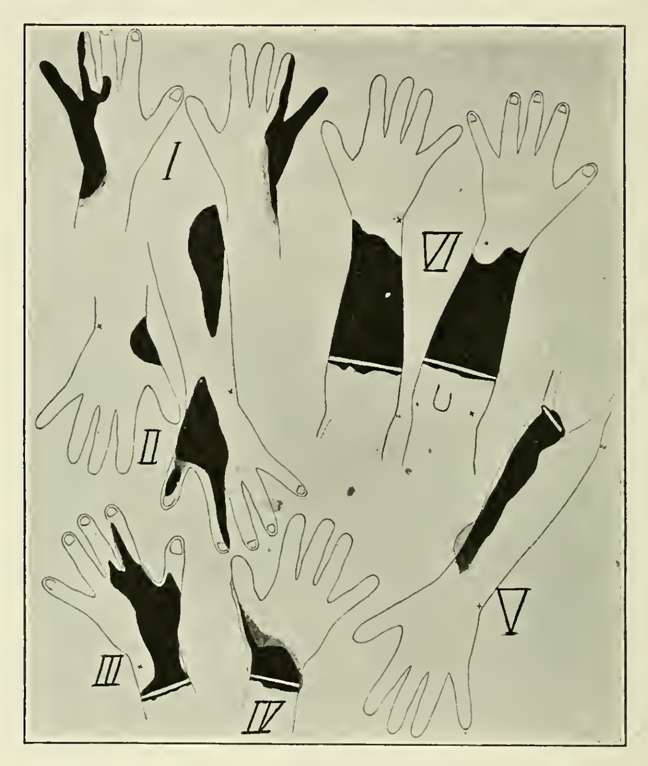


Fig. 103.

Sofort nach der Injektion entstanden starke in den Daumen ausstrahlende Parästhesien und Wärmegefühl.

12 Uhr 10 Min.: Völlige Leitungsunterbrechung des Nervenstammes. Anästhesie der Haut in der Fig. 103, II bezeichneten Ausdehnung. Motorische Radialislähmung. Nach 40 Minuten Rückkehr der Sensibilität und Motilität.

Viele mißglückte Versuche haben mir gezeigt, daß die Anästhesierung dieses Nervenstammes am Oberarm keine sichere Methode ist, die etwa für die Praxis brauchbar wäre.

Der Stamm des N. ulnaris liegt oberhalb des Handgelenkes unter der Sehne des M. flexor ulnaris, ulnarwärts von den Gefäßen, neben

ihm verläuft der in wechselnder Höhe aus ihm entspringende und bald die Faszie durchbohrende Ramus dorsalis des Nerven. Man trifft den Ulnarisstamm drei Finger breit über dem Handgelenk, indem man die Hohlnadel am ulnaren Rande des Vorderarmes, zwischen Ulna und der Sehne des M. flexor ulnaris zunächst unter die Haut und dann durch die Faszie unter die genannte Sehne $1\,^1/_2$ bis 2 cm tief einsticht und subfaszial injiziert. In Fig. 101 ist die Richtung des Einstiches durch einen Pfeil gekennzeichnet. Von der Beugeseite des Vorderarmes her erscheint eine Injektion neben den Nervenstamm ohne Verletzung der Gefäße kaum möglich. Fig. 102, VII, VIII zeigt die Ausbreitung der Anästhesie nach Injektion von 1 ccm $^1/_2\,^0/_0$ Kokainlösung mit 3 Tropfen Suprareninlösung 1 : 1000 in der angegebenen Weise. Der Ramus dorsalis N. ulnaris wird bei dieser Injektion manchmal nicht mit getroffen, wenn er die Faszie höher oben bereits durchbohrt hat. Dann ist zu seiner Unterbrechung eine subkutane Injektion nötig. Ebenso sicher kann der N. ulnaris am Condylus internus humeri getroffen werden (Krogius). Hier gelingt in der Regel nicht bloß eine perineurale, sondern eine endoneurale Injektion. Man verfährt in folgender Weise: Man sucht sich den gewöhnlich dicht oberhalb des Condylus internus humeri deutlich fühlbaren Nerven auf, läßt ihn zwischen den Fingern rollen und macht den Kranken auf das hierbei entstehende eigentümliche Gefühl aufmerksam. Nun fixiert man den Nerven mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand und sticht die Hohlnadel gegen ihn vor durch Unterhautzellgewebe und Faszie hindurch. In dem Augenblick, wo die Nadelspitze den Nerven berührt und in ihn eindringt, empfindet der Kranke wieder dieselben Parästhesien, wie bei Druck auf den Nerven, und vermag diesen Moment anzugeben. Nun injiziert man die anästhesierende Lösung. Zu beachten ist, daß bei nicht wenigen Menschen der Ulnarisstamm bei gebeugtem Vorderarm nicht hinter, sondern vor dem Condylus internus gelegen ist und nur bei Streckung des Vorderarms hinter ihn gleitet. Eine subkutane Injektion in diese Gegend oder eine subfasziale Injektion hinter den Condylus bei gebeugtem Arm, wenn der Nerv nicht dort sich befindet, verläuft natürlich resultatlos.

Versuch 8 (13. Mai 1902. Dr. L.). 12 Uhr 50 Min.: Injektion von 1 ccm $2\,^0/_0$ Kokainlösung in der angegebenen Weise. Keine Abschnürung. Sofort Parästhesien und Wärmegefühl bis in die Spitze des 4. und 5. Fingers. Nach 6 Minuten ist völlige Leitungsunterbrechung und Anästhesie der Haut in der Fig. 103, I bezeichneten Ausdehnung eingetreten. 50 Minuten nach der Injektion kehrte die Sensibilität zurück.

Hier hat sicher eine endoneurale Injektion stattgefunden, und diese

gelingt auch fast immer. Die Leitungsunterbrechung ist manchmal schon wenige Sekunden nach der Injektion vollendet. In der Praxis ist aber nicht darauf zu rechnen. Deshalb muß man auch hier stark wirkende Kokainlösungen mit Suprareninzusatz injizieren, wenn man bestimmt auf Leitungsunterbrechung rechnen will. Die Aufsuchung des N. ulnaris im Sulcus bicipitalis internus mit der Hohlnadel ohne vorherige operative Freilegung ist ebensowenig ratsam, wie die des N. medianus.

Versuch 9 (9. Dezember 1902, cand. med. V.). An den N. ulnaris und N. medianus wurden drei Finger breit über dem Handgelenk je 1 ccm 1 % Kokainlösung mit je 3 Tropfen Suprareninlösung injiziert. Nach 20 Minuten trat Anästhesie in dem Fig. 102, IX, X bezeichneten Gebiet ein. Nach 4 Stunden kehrte die Sensibilität im Ulnarisgebiet, nach 5 Stunden im Medianusgebiet zurück.

Durch eine streifenförmige subkutane Injektion von der Gegend der A. radialis über dem Handgelenk quer über die Streckseite des Vorderarms, distal am Capitulum ulnae vorbei bis zum Os pisiforme werden die Endverzweigungen des N. radialis superficialis und der dorsale Ast des N. ulnaris getroffen, infolgedessen wird der ganze Handrücken bis auf die Metakarpalknochen unempfindlich.

Versuch 10 (10. Februar 1899. Dr. B.). 3 ccm 1% Kokainlösung wurden nach Abschnürung des Oberarmes in der angegebenen Weise injiziert. Nach 5 Minuten trat Anästhesie in dem Fig. 102, XI, XII bezeichneten Gebiet ein. 20 Minuten nach Abnahme der Gummibinde kehrte die Sensibilität zurück.

Der Injektionsstreifen darf auf der ulnaren Hälfte des Vorderarms nicht viel oberhalb des Capitulum ulnae gelegt werden, weil da der dorsale Ast des N. ulnaris nicht mehr im subkutanen Zellgewebe liegt. Dies zeigt

Versuch 11. 5 ccm 0,2% Kokainlösung wurden in einem queren Streifen auf die Streckseite des Vorderarmes 6 cm über dem Capitulum ulnae injiziert, der Oberarm wurde abgeschnürt. Nach 15 Minuten wurde das auf Fig. 103, III bezeichnete Gebiet anästhetisch.

Es ist also wohl der N. radialis superficialis, nicht aber der dorsale Ast des M. ulnaris in den Bereich der Kokainwirkung gefallen.

Ein querer subkutaner Injektionsstreifen auf der Beugeseite des Handgelenks macht, wie Fig. 103, IV zeigt, nur einen kleinen Bezirk anästhetisch, es werden Äste des N. radialis, sowie die volaren Hautäste des N. ulnaris und medianus getroffen.

Am Arm sind es außer den genannten Nervenstämmen nur noch die langen Hautnerven, soweit sie subkutan verlaufen, welche einer nicht selten praktisch verwertbaren Leitungsunterbrechung durch Infiltration des perineuralen subkutanen Gewebes leicht zugänglich sind.

Von historischem Interesse ist zunächst die Leitungsunterbrechung des dicht oberhalb der Ellenbeuge am lateralen Rand des Bizeps aus der Faszie heraustretenden N. cutaneus antebrachii lateralis, denn an diesem Nerven beobachtete Corning 1885 zum erstenmal am Menschen die peripherwärts sich ausbreitende Anästhesie der Haut nach einer Kokaininjektion.

Versuch 12. (12. Dezember 1902. Dr. B.). 1 ccm $^1/_2$% Kokainlösung mit Zusatz von 2 Tropfen Suprareninlösung 1:1000 wurde in einem Streifen, der oberhalb des Condylus externus humeri beginnt und schräg nach unten und innen bis an den äußeren Rand der Bizepssehne verläuft, subkutan injiziert. Das Resultat dieses Versuches ist auf Fig. 103, V dargestellt. 10 Minuten nach der Injektion war das daselbst bezeichnete Hautgebiet anästhetisch geworden und blieb es mehrere Stunden. Ein Blick auf Fig. 100 zeigt, daß durch diese Injektion außer dem N. cutaneus antibrachii lateralis auch Äste des N. cutaneus antibrachii dorsalis getroffen werden.

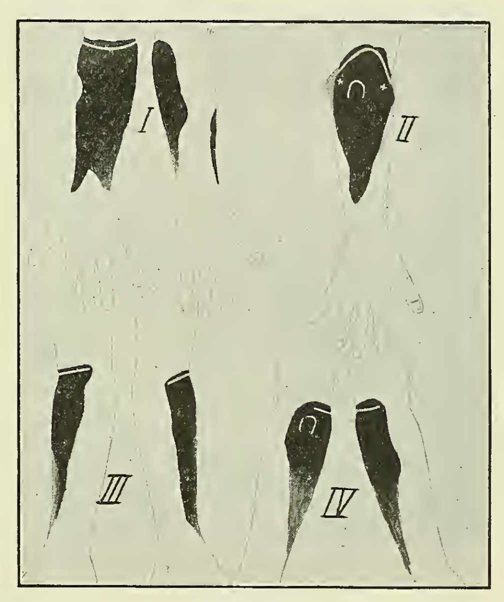


Fig. 104.

Das Resultat einer ringförmigen subkutanen Injektion oberhalb der Mitte des Vorderarmes zeigt Fig. 103, VI. 8 ccm $^1/_2$% Tropakokainlösung wurden zur Injektion verwendet, der Oberarm war abgeschnürt worden. Die Anästhesie war in der bezeichneten Ausdehnung nach 10 Minuten vollkommen.

Am besten aber lassen sich ausgedehnte Hautbezirke unempfindlich machen durch subkutane Injektionsstreifen in der Höhe des Ellbogengelenks und etwas darüber, weil da stets die einen großen Teil der Haut und Faszie des Vorderarmes versorgenden langen Hautnerven (N. cutaneus medialis, lateralis und dorsalis) getroffen werden.

Versuch 13 (Dr. B.). 4 ccm $^1/_2$% Kokainlösung mit 8 Tropfen Suprareninlösung 1 : 1000 werden in einem kontinuierlichen Streifen subkutan injiziert, der in der Mitte der Rückseite des Oberarmes über dem Olekranon beginnt und lateralwärts oberhalb des Condylus externus zur Mitte der Bizepssehne zieht. Es dauerte 25 Minuten, bis die Anästhesie die auf Fig. 104, III bezeichnete Ausdehnung gewann. Die Anästhesie blieb dann mehrere Stunden bestehen.

Versuch 14 (Dr. P.). 4 ccm $^1/_2$% Kokainlösung mit 8 Tropfen Suprareninlösung 1:1000 wurden in einem Streifen subkutan injiziert, der in der Mitte der Rückseite des Oberarmes über dem Olekranon beginnt und medialwärts oberhalb des Condylus internus humeri zur Mitte der Bizepssehne zieht. Nach 30 Minuten war das auf Fig. 104, IV bezeichnete Gebiet anästhetisch. In der unteren Häfte des Vorderarmes war aber ebenso wie im vorigen Versuch die Anästhesie keine vollständige.

Praktisch besser und öfter verwertbar sind vordere und hintere Injektionshalbringe in der Höhe des Ellbogengelenks.

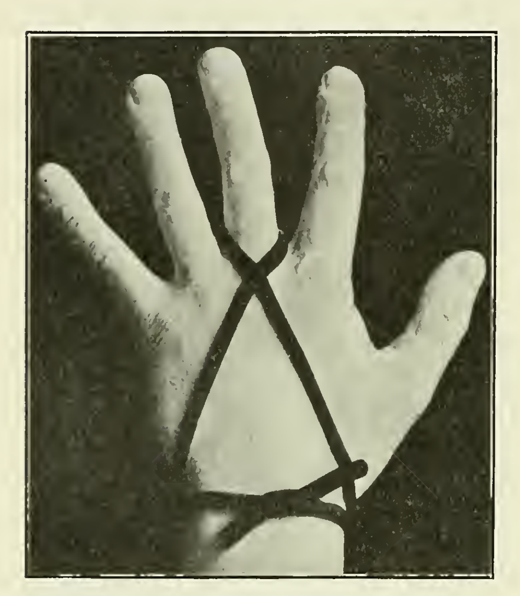


Fig. 105.

Versuch 15 (12. Dez. 1902. Dr. L.). 4 ccm $^1/_2$% Kokainlösung mit 8 Tropfen Suprareninlösung 1:1000 wurden in einem Streifen subkutan injiziert, welcher lateralwärts vom Condylus internus beginnt, oberhalb an demselben vorbei bogenförmig über die Rückseite des Oberarmes, über dem Condylus externus vorbei bis auf den Wulst des M. supinator longus zieht. Nach 15 Minuten war das auf Fig. 104, II bezeichnete Gebiet vollständig anästhetisch. Tiefe Nadelstiche auf das Olekranon und die Rückseite der Ulna zeigen, daß auch das Periost unempfindlich ist.

Er ist das eine einfache, von uns wiederholt angewendete Anästhesierungsmethode für die Spaltung der häufigen, vom Olekranonschleimbeutel ausgehenden Phlegmonen und die Exstirpation dieses Schleimbeutels.

Versuch 16 (1. Nov. 1902. Dr. B.). Subkutane Injektion von 4 ccm $^1/_2$% Kokainlösung mit 8 Tropfen Suprareninlösung 1:1000 in einem Streifen, welcher oberhalb des Condylus externus beginnend quer dicht oberhalb der Ellenbeuge über die Beugeseite des Oberarmes bis auf den Wulst des M. supinator longus verläuft. Die Venen lassen sich ohne Schwierigkeiten vermeiden, man geht mit der Nadel unter denselben hindurch. Nach 30 Minuten war das auf Fig. 104, I bezeichnete Gebiet, also fast die ganze Beugeseite des Vorderarmes und ein Teil der Streckseite anästhetisch geworden. Die Injektion war 12 Uhr mittags gemacht worden, gegen 4 Uhr nachmittags kam die Sensibilität wieder.

Höher oben am Oberarm zerfallen die Hautnerven bereits vor ihrem Durchtritt durch die Faszie in ihre Endzweige und treten an vielen, wie Fig. 100 zeigt, und unregelmäßigen Stellen in das Unter-

hautzellgewebe. Daher können wir hier weder die einseitige Leitungsunterbrechung noch die subkutane Umspritzung als Anästhesierungsmethode brauchen. In der Praxis verwende ich zur Anästhesierung eines größeren Nervenstammes 2—3 ccm Lösung IV mit Novokain. Die Anästhesierung der subkutanen Leitungsbahnen erfolgt am besten durch Infiltration des dieselben enthaltenden Unterhautzellgewebes mit Lösung II. Die einseitige Unterbrechung eines einzelnen Nervenstammes ist, abgesehen von N. ulnaris, nur selten in der Praxis verwendbar.

B. Anästhesierungstechnik bei Operationen an der oberen Extremität.

Die Anästhesierung eines Fingers nach Oberst wird in folgender Weise ausgeführt. Das Grundglied wird an seiner Wurzel zur Unterbrechung der Blutzirkulation abgeschnürt. Oberst benutzte hierzu einen Gummiring, der von einem entsprechend geformten Stück Gummischlauch abgeschnitten und über den Finger gestreift wurde. Um zu verhüten, daß dabei der erkrankte Teil des Fingers gedrückt wurde, hatte Pernice ein besonderes Instrument konstruiert, welches gestattete, den Gummiring in ausgedehntem Zustand zu halten und abzustreifen, nachdem der Finger durchgesteckt war. Nach Vollendung der Operation wurde der Gummiring mit der Schere durchgeschnitten. Einfacher ist es, die Abschnürung, welche nicht stärker zu sein braucht, als zur Unterbrechung des Blutstromes eben genügt, mit einem dünnen Drainageschlauch vorzunehmen, denselben einmal um das Grundglied zu schlingen, seine Enden auf dem Handrücken zu kreuzen und am Handgelenk zu knoten (Fig. 105), oder auch durch eine Schieberpinzette zu fixieren. Die Injektion der anästhesierenden Lösung erfolgt in der Regel dicht peripherwärts von dem abschnürenden Gummiring. Fig. 106 zeigt einen schematischen Querschnitt durch das Grundglied eines Fingers an dieser Stelle. a ist der Querschnitt der Beugesehnen, b derjenige des Knochens, c der der flach ausgebreiteten Strecksehne. Die paarigen Hauptnervenstämme sind durch schwarze Punkte angedeutet. Das stärkste Paar liegt volarwärts dicht neben den Beugesehnen, von ihm zweigt sich schon hoch oben ein zweites Paar ab, das sich allmählich auf die Dorsalseite begibt, um die

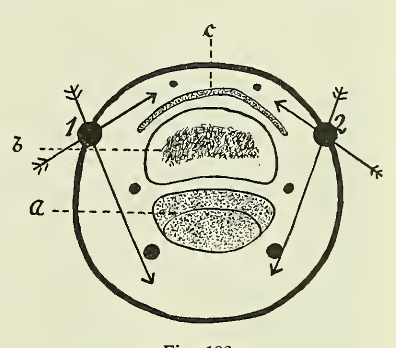


Fig. 106.

Streckseite des zweiten und dritten Gliedes zu innervieren. Endlich liegen unter der Haut der Streckseite zwei feine, oft auch schon in ihre Endäste zerfallene Nervenstämmchen, welche gewöhnlich nicht weit über das erste Glied hinaus zu verfolgen sind.

Man injiziert nun mittels der 1-Gramm-Spritze und unter Verwendung feinster, scharfer Hohlnadeln $^1/_2$% Kokainlösung in folgender Weise in der Ebene dieses Querschnittes, um sämtliche den Finger innervierende sensible Nerven auszuschalten. Man braucht zwei Einstichpunkte, welche am Seitenrand des Fingers, aber mehr nach der Streckseite zu gelegen sind (Fig. 106, 1, 2). Man beginnt die Injektion damit, daß man an einer der Einstichstellen einen Tropfen der Lösung intrakutan injiziert, um sie unempfindlich zu machen, während der erkrankte Finger in Streckstellung, die übrigen Finger in Beugestellung gehalten werden (Fig. 107). Dann schiebt man die immer quer zur Längsachse des Fingers zu haltende Hohlnadel unter die Haut der Beugeseite, wie in Fig. 106 durch Pfeile angedeutet ist, und injiziert dort ein Quantum der anästhesierenden Lösung. Dann zieht man die Nadel heraus, sticht sie an derselben, jetzt unempfindlichen Hautstelle wieder ein, schiebt sie in gleicher Weise unter die Haut der Streckseite und injiziert wiederum. Dasselbe geschieht vom Einstichpunkte 2 aus. Die injizierte Lösung, welche annähernd ringförmig das die Nervenstämme enthaltende Unterhautzellgewebe durchtränken soll, werde so verteilt, daß die Volarseite etwas mehr bekommt als die Streckseite. Injiziert wird $^1/_2$% Kokainlösung, und zwar von jedem Einstichpunkt aus unter die Volarseite je 1 ccm, unter die Streckseite je $^1/_2$ ccm, zusammen also 3 ccm oder 0,015 Kokain. Am Daumen wird der weniger Geübte auch 4 ccm verbrauchen. Die Kokainlösung kann gut durch $^1/_2$% Tropakokainlösung oder 1% Eukainlösung oder Novokainlösung ersetzt werden. Man wartet nun, bis die Fingerspitze gegen Nadelstiche unempfindlich geworden ist, was im Durchschnitt nach 5 Minuten der Fall ist. Jetzt sind alle Teile des Fingers, Haut, Unterhautzellgewebe, Faszien und Knochen unempfindlich. Beliebige Ope-



Fig. 107.

rationen, Eröffnung von Panaritien, Versorgung von Verletzungen, Amputationen, Exartikulationen, Reposition luxierter Fingerglieder und dislozierter Frakturen können an ihm vorgenommen werden. Es gibt keinen zweiten Körperteil, wo auf so einfache Weise eine so vollkommene örtliche Anästhesie zu erreichen wäre. Die Anästhesie hält so lange an, als man den abschnürenden Gummischlauch liegen läßt, nach Entfernung desselben noch etwa 10 Minuten. Beschränkt sich das Operationsfeld auf das Endglied des Fingers, so kann die ringförmige Injektion auch am Mittelglied ausgeführt werden, jedenfalls aber oberhalb des Operationsfeldes, zwischen diesem und dem Gummiring, im gesunden, nicht entzündeten Gewebe. Seit der Einführung des Suprarenins injiziere ich anstatt der reinen Kokainlösung Lösung III. Eine Abschnürung des Fingers ist alsdann nicht nötig. 2 ccm der Lösung III oder 1 ccm der Lösung IV genügen für die Anästhesierung eines Fingers. Letzterer wird für 1—2 Stunden gefühllos und genügend anämisch, um die Spaltung von Panaritien und Querschnittoperationen an dem Finger fast ohne Blutung zu ermöglichen. Bei Querschnittoperationen und Wunden, welche genäht werden sollen, ist natürlich Unterbindung der Hauptgefäße nötig, auch wenn sie während der Operation wenig oder gar nicht bluten. Die Befürchtung einer Gewebsnekrose infolge der Suprareninanämie ist bei Anwendung so kleiner Suprarenindosen absolut hinfällig. Die Dauer der durch das in dieser Menge injizierte Suprarenin hervorgerufenen Zirkulationsstörung reicht nicht an die Zeit heran, in der wir bei komplizierteren Operationen die Abschnürung der Extremitäten ohne Sorge zu verwenden pflegen. Der Vorteil der Suprareninanwendung aber ist ein doppelter. Einmal wird eben die Abschnürung entbehrlich, wodurch das Verfahren vereinfacht ist, dann aber bringt die lange Dauer der Anästhesie die Kranken über die erste Zeit des Wundschmerzes hinweg, jedenfalls tritt letzterer erst dann auf, wenn ambulant behandelte Patienten sich bereits wieder in ihrer Wohnung befinden. Bei Operationen an der unteren Extremität ist das allerdings von noch größerer Bedeutung. Ich werde also in folgendem die Anästhesierung an der oberen Extremität mittels der Kokain- oder Novokain-Suprareninlösungen schildern, unter dem Vorbehalt, daß das Suprarenin auch durch eine unmittelbar vor oder unmittelbar nach der Injektion vorzunehmende Abschnürung des Fingers oder Armes ersetzt werden kann.

Sowohl Reclus als Schleich haben bei Operationen an den Fingern das komplizierte und an dieser Stelle sehr unzweckmäßige Anästhesierungsverfahren,

wie es der eine in der ersten Ausgabe seiner Monographie, der andere in seinem bekannten Buche beschreibt, anscheinend aufgegeben. Reclus injiziert jetzt 1 % Kokainlösung ebenfalls ringförmig an der Fingerbasis, ohne Abschnürung, braucht aber zur Anästhesierung eines Fingers dann 4 cg Kokain. Schleich will vom Unterhautzellgewebe des Fingergrundgliedes her den ganzen Finger gewaltsam mit verdünnter Kokainlösung füllen. In beiden Verfahren kann man schwerlich eine Verbesserung der Oberstschen Methode erblicken. Reclus ist auch im Irrtum, wenn er glaubt, daß die Abschnürung das Wesentliche der Oberstschen Methode sei. Wesentlich ist allein die Art der Kokaininjektion fern vom Operationsfeld. Einer größeren Verdünnung der zur Anästhesierung eines Fingers nötigen Kokaindosis steht nichts im Wege. Man braucht damit nur das Unterhautzellgewebe des Grundgliedes zu infiltrieren und muß bis zum Eintritt der Anästhesie des ganzen Fingers weit länger warten. Die Verdünnung hat jedoch hier, wo die Kokaindosis mit Sicherheit dahin gebracht werden kann, wo sie hingehört, und wo dicke zu infiltrierende Weichteilschichten nicht vorhanden sind, keinerlei Vorteil.

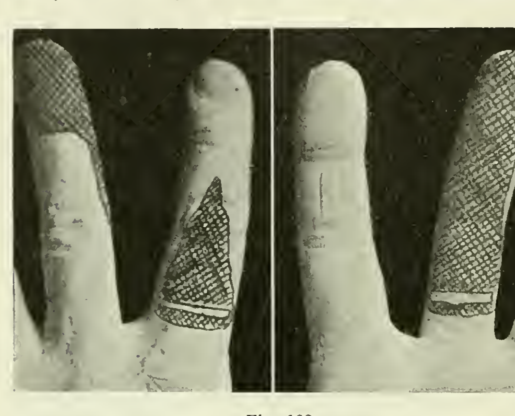


Fig. 108.

Fig. 108 zeigt die Ausbreitung der Anästhesie, welche man nach Injektion allein auf der Beugeseite eines Fingers (hier des Mittelfingers) und nach Injektion allein auf der Streckseite (hier des Zeigefingers) erhält. Man sieht, daß sie der anatomischen Verteilung der Innervation ziemlich genau folgt. Man braucht also nicht in jedem Fall den ganzen Finger zu anästhesieren, wenn es sich um oberflächliche Inzisionen in beschränkter Ausdehnung innerhalb eines der beiden Innervationsgebiete handelt. Um z. B. einen der häufig auf der Streckseite des Grundgliedes sich bildenden Furunkel zu inzidieren, injiziert man (Fig. 109, Zeigefinger) 1 ccm Lösung III subkutan, gabelförmig den Entzündungsherd einschließend, vom Punkt 4 aus.

Wenn das Operationsfeld bis in die Nähe der Fingerwurzel sich erstreckt, so legt man die beiden Einstichpunkte in die Interdigitalfalten (Fig. 109, 2, 3) oder beim Daumen und 5. Finger dementsprechend einen davon an den medialen oder lateralen Rand der Hand und injiziert 3—4 ccm Lösung III in der Richtung nach den auf dem Handrücken und im Handteller gelegenen Punkten c und d. Reicht das Operationsfeld nur auf einer Seite bis zur Fingerwurzel, so kann die Injektion auf der anderen Seite in querer Richtung erfolgen.

An der Hand sind dickere Weichteilschichten zu infiltrieren, wenn man alle Nervenverbindungen mit einem peripher davon gelegenen Operationsfeld unterbrechen will. Daher ist die Anwendung der Lösung II in dementsprechend größerer Menge zweckmäßiger, um das Anästheticum überall hinzubringen, wo es in Wirksamkeit treten soll. Je nach Lage und Größe des Operationsfeldes sorgfältig ausgesuchte Einstichpunkte werden mit feinster Hohlnadel durch Quaddeln markiert. Von ihnen aus erfolgt dann die Injektion der Lösung mit 5-Gramm-Spritze und langen Hohlnadeln stets oberhalb des Operationsfeldes.

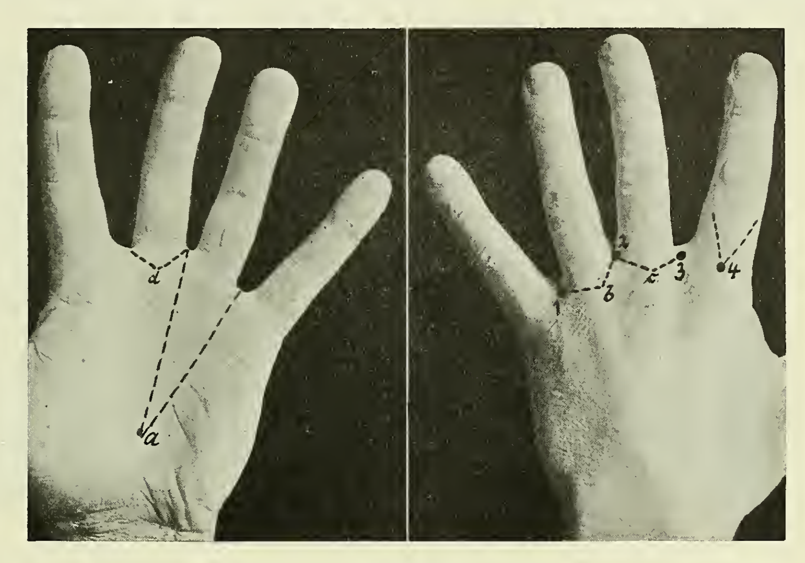


Fig. 109.

G l e i c h z e i t i g e A n ä s t h e s i e r u n g d e s z w e i t e n u n d d r i t t e n F i n g e r s (Fig. 110). Etwa 15 ccm Lösung II werden in folgender Weise injiziert. Die Einstichpunkte 1, 2 und 3 werden durch Hautquaddeln markiert. Man sticht nun die Hohlnadel vom Punkt 2 aus, der gerade über dem Zwischenknochenraum gelegen ist, zwischen 2. und 3. Metacarpus bis unter die Haut des Handtellers (Punkt a) und injiziert eine halbe Spritze in den Zwischenknochenraum. Dann infiltriert man vom Einstichpunkt 1 das Unterhautzellgewebe des Handrückens bis gegen 2 und des Handtellers bis gegen die Stelle a. Dasselbe geschieht vom Einstichpunkt 3 aus. Nach 5—10 Minuten werden beide Finger bis zur Spitze unempfindlich und anämisch. Zur gleichzeitigen Anästhesierung d e s d r i t t e n u n d v i e r t e n F i n g e r s mit den angrenzenden Teilen der Hand liegen die Einstichpunkte bei 4, 5

und 6 (Fig. 110). 6 liegt über dem dritten Zwischenknochenraum, der von hier aus zu infiltrieren ist. Dann folgt subkutane Injektion in der Richtung 4—6—5—b—4. Daraus ergibt sich das Anästhesierungsverfahren für den zweiten, dritten und vierten Finger gleichzeitig. Die Einstichpunkte liegen bei 4, 6, 2, 3, das subkutane Gewebe wird von 3 und 4 aus infiltriert, 2 und 6 dienen zur Infiltration der Zwischenknochenräume.

Sehr einfach gestaltet sich das Anästhesierungsverfahren bei Sehnenscheidenphlegmonen des zweiten, dritten oder vierten Fingers, die sich bis in den Handteller erstrecken, vorausgesetzt, daß dort noch eine gewisse Abgrenzung der Eiterung erkennbar ist, und gesunde Gewebe zur Infiltration vorhanden sind.

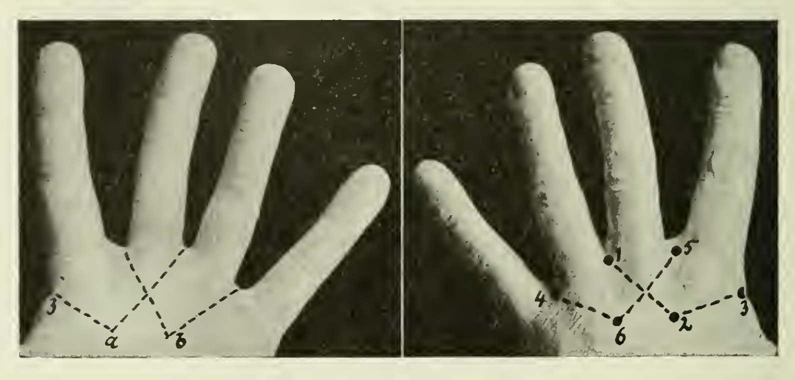


Fig. 110.

Spaltung der Sehnenscheide auf der Volarseite des vierten Fingers, von der Fingerspitze bis in die Mitte des Handtellers (Fig. 109). Die beiden Einstichpunkte, welche notwendig sind, liegen in den benachbarten Interdigitalfalten (1, 2). Von ihnen aus wird der Handteller in der Richtung nach dem Punkt a infiltriert, der gerade über dem Winkel gelegen ist, den der Daumenballen mit dem Kleinfingerballen bildet. Eine Injektion in der Richtung 1—b und 2—b schaltet die Nervenverbindungen der Streckseite aus. Mit der Operation soll erst begonnen werden, wenn der vierte Finger bis zur Spitze und das Operationsfeld gegen Druck unempfindlich geworden ist. Oft ist die Eiterung im Handteller nicht mehr auf die Sehnenscheide und ihre nächste Umgebung beschränkt, doch aber noch begrenzt. Dann anästhesiert man den Finger für sich von den in den benachbarten Interdigitalfalten gelegenen Einstichpunkten und schließt eins der Verfahren an, welche für die *Anästhesierung*

eines größeren Teils des Handtellers bestimmt sind. Fig. 111 zeigt einige, natürlich nicht alle Möglichkeiten, die Injektion im Handteller vorzunehmen. Man kann also z. B. eine quere Injektion durch den Handteller von den Einstichpunkten 1 und 2 machen, man kann zwei Einstichpunkte (z. B. 3 und 4) in die Interdigitalfalten legen, oder nur einen in eine Interdigitalfalte, den anderen an den ulnaren oder radialen Rand der Hand. Man kann gegen b oder gegen den wiederum im Winkel zwischen Daumen- und Kleinfingerballen gelegenen Punkt a infiltrieren. Das größte anästhetische Feld bekommt man, wenn von den Punkten 2 und 5 gegen a hin infiltriert wird.

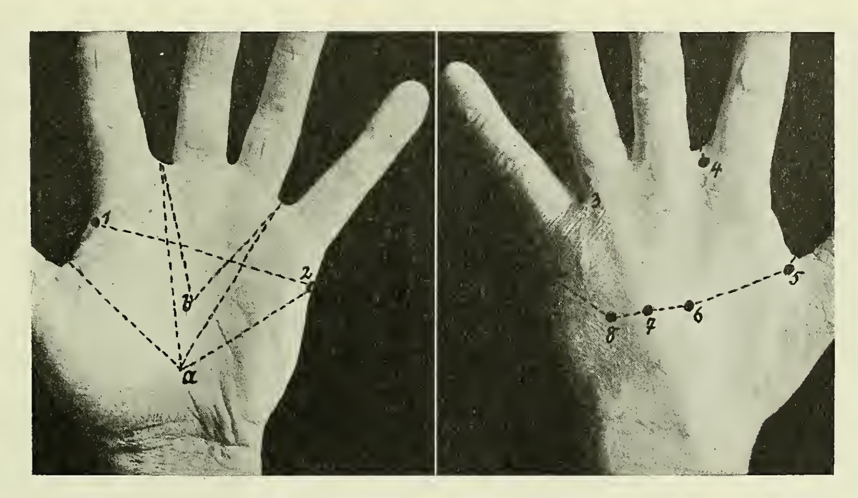


Fig. 111.

Sowohl von 5, wie von 2 aus muß die Hohlnadel zweimal bis a infiltrierend vorgeschoben werden. Einmal in der Tiefe, am Rand der Muskulatur des Daumenballens bzw. Kleinfingerballens, das zweitemal oberflächlich, unter der Haut. Diese Verfahren dienen, je nach Lage des Falls variiert, auch zur Eröffnung der sogenannten Schwielenabszesse im Handteller und zur operativen Behandlung der Dupuytrenschen Kontraktur. Die Schwielenabszesse verbreiten sich nicht selten in einem Zwischenknochenraum bis unter die Haut des Handrückens. Dann genügt natürlich nicht die Anästhesierung im Handteller. In einem unserer Fälle handelte es sich z. B. um ein entzündetes, geschwollenes Operationsfeld, welches den in Fig. 112 durch Schraffierung angedeuteten Umfang besaß und auch den zweiten Zwischenknochenraum in sich schloß. 20 ccm Lösung II wurden daher in folgender Weise injiziert. Die Einstichpunkte 1—4 wurden

durch Quaddeln markiert. Vom Punkt 1 wurde die Hohlnadel oberhalb des Abszesses infiltrierend durch den Zwischenknochenraum vorgeschoben, bis sie unter der Haut des Handtellers, beim Punkt b zu fühlen war. Dann wurde die Lösung von 1 nach 2 und 4, von 2 nach 3 und von 3 und 4 nach b in die rings das Operationsfeld begrenzenden normalen Gewebe injiziert. Das Operationsfeld wurde einschließlich des zweiten und dritten Fingers nach einigen Minuten gefühllos, und die Phlegmone konnte sowohl im Handteller, wie auf dem Handrücken gespalten werden.

Einstichpunkte im Handteller sind bei allen diesen Verfahren tunlichst zu vermeiden, weil die Haut da sehr empfindlich ist. Sie sind auch fast stets entbehrlich, wenn man Hohlnadeln von genügender Länge besitzt. Sind sie doch nötig, so wird man bei empfindlichen Menschen zuvor den Chloräthylstrahl zur Anästhesierung der Haut anwenden.

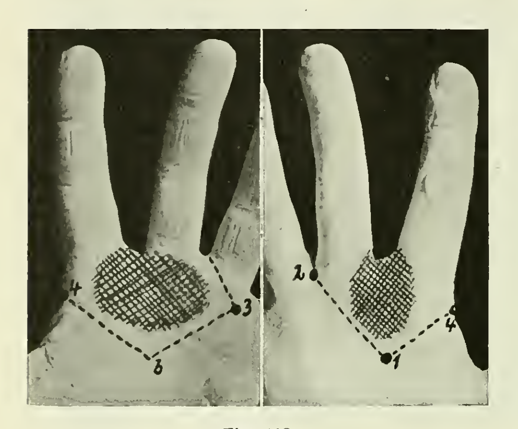


Fig. 112.

Fig. 111 zeigt weiter noch, wie die Anästhesierung des Handtellers durch Injektion in der Richtung 2—a—5 dienen kann zur Anästhesierung des zweiten bis fünften Fingers und des gesamten Gebiets des zweiten bis fünften Mittelhandknochens. Man muß dann außer dieser Injektion von den Einstichpunkten 6, 7 und 8 den zweiten, dritten und vierten Zwischenknochenraum möglichst weit proximal in der oben geschilderten Weise und das Unterhautzellgewebe des Handrückens in der Richtung 5—6—7—8—2 infiltrieren.

Die Anästhesierung des Daumenballens, besonders häufig zur Entfernung von Fremdkörpern notwendig, wird in folgender Weise ausgeführt (Fig. 113)*). Vom Punkt 5 aus wird in der gleichen Weise wie zur Anästhesierung des Handtellers Lösung II in zwei Schichten, längs des Randes der Daumenmuskulatur und subkutan bis gegen a, dann subkutan vom Punkt 7 über 8 nach a, sowie längs des radialen Randes des Daumenballens injiziert. Die tiefe Injektion längs des

*) Vgl. indessen auch S. 240.

ulnaren Daumenballenrandes ist notwendig wegen der hier aus der Tiefe hervortretenden Medianuszweige. Sie macht zugleich einen Teil des Handtellers, distal vom Daumenballen, unempfindlich, so daß man nach dieser Richtung nicht behindert ist.

Die Anästhesierung des Kleinfingerballens kann nach demselben Prinzip erfolgen (Fig. 113). Der Einstichpunkt 10 liegt auf der Dorsalseite in der vierten Interdigitalfalte. Von ihm aus wird wieder bis gegen den Punkt a injiziert, längs des radialen Randes der Muskulatur des Kleinfingerballens, und subkutan. Es folgt Infiltration des subkutanen Zellgewebes von Einstichpunkt 9, der in der Nähe des Os

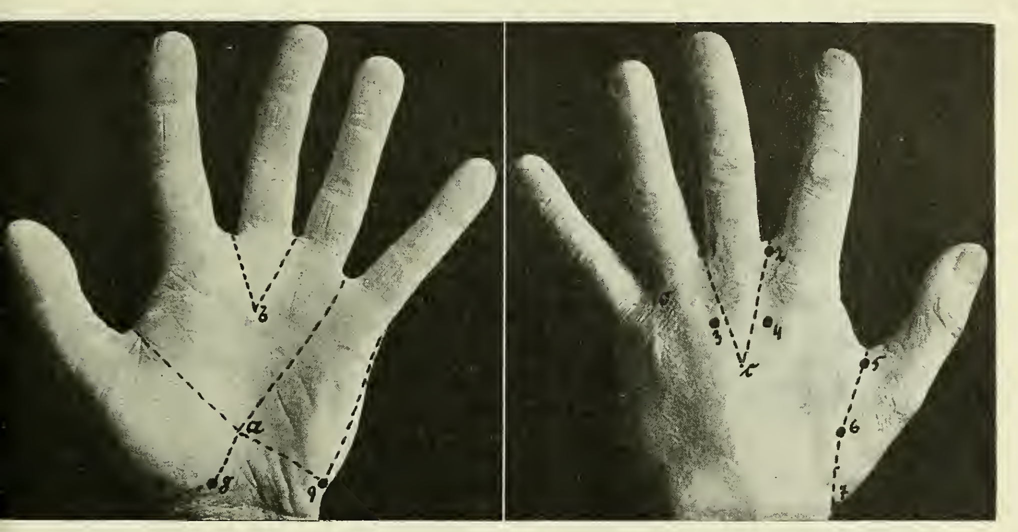


Fig. 113.

pisiforme gelegen ist, nach Punkt a und längs des ulnaren Randes der Hand. Das einfachste Anästhesierungsverfahren für den Kleinfingerballen und den ulnaren Rand der Hand ist die S. 367 beschriebene Injektion von Lösung IV an den N. ulnaris am Ellbogen.

Exartikulation des Mittelfingers im Grundgelenk. Ungefähr 20 ccm Lösung II werden in folgender Weise injiziert (Fig. 113). Von den 4 Einstichpunkten liegen 2 (1, 2) in den Interdigitalfalten, die beiden anderen (3, 4) auf dem Handrücken rechts und links vom dritten Metacarpus. Vom Punkt 3 sticht man die Hohlnadel, kontinuierlich infiltrierend, senkrecht durch die Haut und durch den dritten Zwischenknochenraum, bis ihre Spitze ungefähr in der Gegend von b unter der Haut des Handtellers fühlbar wird. Dasselbe geschieht vom Punkt 4 im zweiten Zwischenknochenraum. Nun sticht man die Nadel

bei Punkt 1 ein, führt sie infiltrierend einmal unter der Haut des Handrückens bis zum Punkt c, dann zwischen den dritten und vierten Mittelhandknochen, endlich unter die Haut des Handtellers bis zum Punkt b. Dasselbe geschieht von Punkt 2 aus in der Richtung nach c, in den zweiten Zwischenknochenraum, endlich gegen Punkt b. Das ganze Verfahren ist schneller ausgeführt als beschrieben. Man wartet, bis der Finger bis an seine Spitze unempfindlich geworden ist, was gewöhnlich weniger wie 5 Minuten erfordert. Operiert man früher, so findet man die Nervenstämme im Operationsfeld schmerzhaft, wie denn überhaupt Querschnittoperationen an Gliedern nur dann schmerzlos sein können, wenn der ganze peripher vom Operationsfeld gelegene Teil des Gliedes unempfindlich ist. Soll das Köpfchen des Metatarsus mit entfernt, oder die Adelmannsche Operation ausgeführt werden, so müssen die Punkte 3, 4 und b möglichst nahe an die Carpo-metacarpalgelenke gelegt werden. Bei der Exartikulation des zweiten oder fünften Fingers liegt nur ein Einstichpunkt am Handrücken, der andere am Seitenrand des zweiten oder fünften Metacarpus. Die Exartikulation des kleinen Fingers kann meist auch nach Anästhesierung des N. ulnaris am Ellbogen vorgenommen werden. Für isolierte Operationen an einzelnen Metacarpalknochen dient das gleiche Anästhesierungsverfahren, wie für die Fingerexartikulation mit Entfernung von Teilen der Mittelhandknochen.

Exartikulation des Daumens im Grundgelenk, Operationen am ersten Mittelhandknochen (Fig. 113). Vom Punkt 6 sticht man die Hohlnadel infiltrierend durch den ersten Zwischenknochenraum, bis ihre Spitze in der Nähe des Punktes a, am ulnaren Rande des Daumenballens fühlbar wird. Vom Punkt 5 sticht man sie infiltrierend zuerst unter der Haut der Dorsalseite bis gegen Punkt 6, dann in einer tieferen Schicht längs des ersten Mittelhandknochens bis an dessen Metacarpo-carpalgelenk, dann längs des ulnaren Randes des Daumenballens ebenfalls in der Tiefe bis gegen Punkt a und zuletzt unter der Haut des Daumenballens bis gegen a. Es folgt Injektion in das Unterhautzellgewebe von 7 nach 6 und von 7 über 8 nach a. Damit ist das Operationsfeld ausgeschaltet. Die Abschnürung ist, wenn Suprarenin verwendet wurde, auch bei diesen Operationen nicht erforderlich, auf die Notwendigkeit einer sorgfältigen Unterbindung der größeren Gefäße muß immer wieder hingewiesen werden.

Die Anästhesierung des Handrückens (Fig. 114). Eine Injektion von der Gegend der fühlbaren Pulsation der A. radialis oberhalb des Handgelenks, quer über die Streckseite des Handgelenks

unterbricht nach Versuch 10 (S. 368) die Endäste des N. radialis und den dorsalen Hautast des N. ulnaris, sie ist aber in der Praxis für sich allein allenfalls nur für Operationen zu verwenden, die sich auf die Mitte des Handrückens beschränken. Denn die Ausbreitung der Anästhesie nach den Seitenrändern der Hand ist sehr wechselnd. Um den ganzen Handrücken zu anästhesieren, verfährt man besser in der Weise, daß man an der ulnaren und radialen Seite des Handgelenks sowie in der Mitte der Streckseite drei Einstichpunkte markiert (Fig. 114, 1, 2 und 3) und von da aus das Unterhautzellgewebe in der Richtung 1—3—2, sowie längs der Seitenränder des zweiten und fünften Mittelhandknochens mit Lösung II infiltriert. In Fig. 114 sind noch einige Möglichkeiten bezeichnet, wie Teile des Handrückens durch subkutane Infiltrationsstreifen unempfindlich gemacht werden können, z. B. durch Injektion von Punkt 4 und 5 in der Richtung der punktierten Linie, oder von Punkt 4 und 6 usw. Es bedarf keiner Darstellung, wie diese Verfahren mit der Anästhesierung der Beugeseite eines oder mehrerer Finger oder des Handtellers kombiniert werden können.

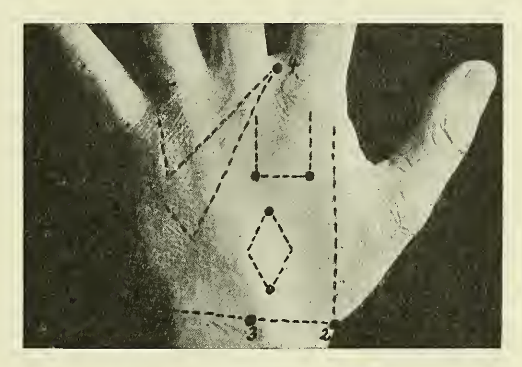


Fig. 114.

Kleine Operationsfelder am Handrücken können, da es sich ja überall um ein Gebiet mit rein subkutaner Innervation handelt, durch Umspritzung mittels des Hackenbruchschen Rhombus oder hufeisenförmiger Umspritzung unempfindlich gemacht werden, wie die Abbildung zeigt. Bei so kleinen Operationsfeldern und fettarmem Unterhautzellgewebe verzichte ich auf Markierung der Einstichpunkte, injiziere vielmehr mit feinster Nadel und Pravazspritze 2—4 ccm Lösung III.

Diesen einfachen und leicht ausführbaren Anästhesierungsmethoden sind nicht zugänglich die diffusen Phlegmonen des Handtellers, welche bis in die Gegend des Lig. carpi volare sich erstrecken, ferner die Panaritien der Beugesehnen des Daumens und fünften Fingers, selbst wenn sie in die Vorderarmsehnen noch nicht eingebrochen sind oder zu sein scheinen, dann Operationen an der Handwurzel. Große Schwierigkeiten macht auch die Umspritzung der häufigen Phlegmonen zwischen Daumen und Zeigefinger, wenn sie nicht klein und ganz

umschrieben sind. Wenn man diese Operationen unter Lokalanästhesie machen will, so muß die Anästhesierung der sensiblen Leitungsbahnen oberhalb des Handgelenks erfolgen. Die direkte Infiltration der eine derartige Phlegmone bedeckenden Weichteile ist ein ebenso schlechtes, wie unvollkommenes Anästhesierungsverfahren, nicht aber ein Ersatz für die Narkose.

Die Anästhesierung der ganzen Hand durch perineurale Injektion am Vorderarm.

Durch die Einführung des Novokains ist die Anästhesierung einzelner Nervenstämme wesentlich sicherer geworden, weil man in der zu injizierenden Dosis des Anästheticums viel weniger beschränkt ist, als beim Gebrauch von Kokain. Da bis zum Eintritt der erwarteten Anästhesie manchmal 20—25 Minuten vergehen, wenn die fraglichen Nervenstämme nicht genau getroffen waren, so muß der Arzt sich, seine Zeit und den Kranken auf diese Wartezeit einrichten. Man operiert im Lauf der auf die Injektion folgenden Stunde. Die einmal eingetretene Anästhesie hält bei Anwendung von Suprarenin mindestens zwei Stunden vor. Die Wirkung des injizierten Anästheticums kann noch verstärkt und gesichert werden, wenn man nach der Injektion eine Gummibinde derart um den Oberarm legt, daß starke venöse Stauung entsteht, ähnlich wie bei der Hyperämiebehandlung nach Bier. Klapp hat nämlich gezeigt, daß dadurch die Resorption fast vollständig aufgehoben wird. Vor Beginn der Operation nimmt man die Binde ab, wartet, bis die Zirkulation in dem Glied normal geworden ist und schnürt den Arm nun, wenn es erforderlich ist, zum Zweck der Unterbrechung des Blutstroms in der gewöhnlichen Weise fest ab. Das ist meistens nötig, weil die Innervationsgebiete der am Vorderarm unterbrochenen Nerven natürlich nicht unter dem Einfluß des Suprarenins stehen, vielmehr infolge Lähmung der Vasomotoren (S. 364) manchmal geradezu hyperämisch werden.

Man injiziert in der oben beschriebenen Weise (Versuch 3, S. 363) an den Medianusstamm, sowie an den Stamm des N. ulnaris, entweder ebenfalls oberhalb des Handgelenks oder am Ellbogen (S. 367), Lösung IV. Hierauf wird das Unterhautzellgewebe des Vorderarms dicht über oder unter dem Capitulum ulnae, nachdem die nötigen Einstichpunkte durch Quaddeln markiert waren, ringsherum mit Lösung II reichlich infiltriert. Nach einiger Zeit stellt sich distal von der Injektionsebene Anästhesie der Haut der Extremität, ferner totale Quer-

schnittsanästhesie im Gebiet der Finger, der Mittelhand und der Handwurzelknochen ein, so daß an diesen Teilen auch die kompliziertesten Operationen vorgenommen werden können. Nur wenn das Operationsfeld bis in die Nähe des Handgelenks reicht, ist noch eine Infiltration der die Membrana interossea vorn und hinten bedeckenden Gewebe nötig. Man nimmt sie vor, indem man auf der Streckseite die Hohlnadel vom Seitenrand der Ulna oder des Radius längs des Knochens unter den Sehnen in die Tiefe führt. Auf der Beugeseite geht man vom Seitenrand der Ulna, indem man sich dicht am Knochen hält, in das Spatium interosseum. Auf beiden Seiten wird reichlich Lösung II infiltriert. Seine wesentliche Bedeutung hat dieses Verfahren für die Versorgung komplizierter Verletzungen an der Hand und für die operative Behandlung ausgedehnter, aber auf die Hand beschränkter Phlegmonen. Die schwache Seite des Verfahrens, daß die Anästhesierung der beiden großen Nervenstämme erst nach Übung zu einer einigermaßen sicheren Methode werden kann, soll nicht verkannt werden.

Es ist nun nicht immer die Anästhesierung sämtlicher Nervenstämme erforderlich, man kann oft auch durch partielle Anästhesierung zum Ziel kommen. Wird nach Versuch 6 (S. 365) der N. medianus und N. radialis unterbrochen, wobei die Infiltration des Unterhautzellgewebes mit Lösung II am besten ganz zirkulär vorzunehmen ist, so wird die radiale Hälfte der Hand unempfindlich, nur gegen die Mitte des Handtellers schwankt die Ausdehnung der Anästhesie. Dieses Verfahren ermöglicht die Exartikulation des Daumens und meist auch des Zeigefingers, Operationen in der Gegend des ersten und zweiten Mittelhandknochens, Spaltung der Phlegmonen zwischen Daumen und Zeigefinger, Operationen am Daumenballen, Spaltung von Sehnenscheidenphlegmonen des Daumens von der Daumenspitze bis zum Handgelenk. Sobald Schnitte gegen die Mitte des Handtellers nötig werden, muß auch der N. ulnaris unterbrochen werden.

Die Anästhesierung des N. ulnaris allein, nach K r o g i u s, ist ein einfaches und sicheres Anästhesierungsverfahren, das, worauf bereits hingewiesen wurde (S. 379), die schmerzlose Ausführung von Operationen am Kleinfingerballen und dem ulnaren Rande der Hand, am kleinen Finger und fünften Mittelhandknochen ermöglicht, auch zur Spaltung von Sehnenscheidenphlegmonen des fünften Fingers und zur Exartikulation dieses Fingers meistens ausreicht. Für den letztgenannten Zweck ist manchmal noch subkutane Umspritzung des Operationsfeldes auf dem Handrücken erforderlich, um die bisweilen bis

in dieses Gebiet reichenden Verzweigungen des N. radialis auszuschalten. Es ist bemerkenswert, daß die Unterbrechung des N. ulnaris am Ellbogen gewöhnlich der Injektion unmittelbar folgt, ein Beweis, daß die sonst nötige Wartezeit lediglich eine Folge unserer Ungeschicklichkeit im Treffen der anderen Nervenstämme ist.

Die gleichzeitige Anästhesierung des N. medianus und N. ulnaris nach Versuch 9 (S. 368) erlaubt die Ausführung aller Operationen im Handteller, die Spaltung von Sehnenscheidenphlegmonen des dritten, vierten und fünften Fingers, wobei nötigenfalls die Streckseite des betreffenden Fingers für sich anästhesiert werden muß.

Die Anästhesierung der Hand durch endoneurale Injektion in die oberhalb der Hand freigelegten Nervenstämme.

Wenn Erkrankungen von der Hand auf den Vorderarm fortgeschritten sind, so ist die perineurale Injektion nicht mehr möglich, entweder weil, z. B. bei Sehnenscheidenphlegmonen, eine Schwellung des Vorderarms besteht, welche die anatomische Orientierung verhindert, oder weil die Nervenstämme, z. B. bei Sehnenscheidenhygromen, verlagert sind. In solchen Fällen beginnt man die Operation am Vorderarm, legt den Medianusstamm frei, was ja am besten sowieso geschehen soll, damit man ihn nicht verletzt, und injiziert in ihn einige Tropfen Lösung IV. Zur Erläuterung dieses typischen Vorgehens dienen die beiden folgenden Beispiele.

1. 25. Juli 1903. 31jähriger Mann mit Phlegmone auf beiden Seiten des rechten Daumens. Starke Anschwellung und Druckempfindlichkeit des Handtellers und der Volarseite des Vorderarms über dem Handgelenk. Mittels subkutaner Injektion von 2 ccm Lösung IV auf der radialen Hälfte des Vorderarms nach Fig. 102, III, IV (S. 364) wurde der N. radialis ausgeschaltet. Ich bemerke, daß ich jetzt für diesen Zweck 10 ccm Lösung II verwende. Dann wurde unter Infiltrationsanästhesie dicht über dem Handgelenk, zwischen den Sehnen des M. flexor radialis und palmaris longus eingegangen, die Faszie gespalten und in den darunter erscheinenden N. medianus einige Tropfen Lösung IV injiziert. Es trat sofortige Leitungsunterbrechung ein. Anlegung einer Gummibinde um den Oberarm. Der N. medianus wurde ulnarwärts beiseite gezogen und die unmittelbar darunter liegende Sehnenscheide des M. flexor pollicis longus eröffnet, aus der sich Eiter entleerte. Hierauf wurde der Schnitt in den Handteller verlängert, längs des Randes des Daumenballens bis an die Daumenspitze fortgeführt und die vereiterte Sehnenscheide in ganzer Länge eröffnet, nach Durchtrennung des Lig. carpi volare. Inzisionen auf der Streckseite des Daumens, Eröffnung des vereiterten Interphalangealgelenks. Unterbindung der Hohlhandbögen. Tamponade der Wunde. Die Operation war, abgesehen von den ersten Einstichen der Hohlnadel, gänzlich gefühllos.

2. 15. November 1902. 43jähriger Mann. Subfasziales, sehr gefäßreiches, halbfaustgroßes Fibrolipom, auf der ulnaren Hälfte der Beugeseite des rechten Vorderarms und der Handgelenkgegend, zum Teil unter der Sehne des M. flexor ulnaris gelegen. Injektion von 1 ccm 1 % Kokainlösung mit 2 Tropfen Suprareninlösung in den Ulnarisstamm am Ellbogen. Sofortige Leitungsunterbrechung im ganzen Ulnarisgebiete. Injektion von 5 ccm $^1/_2$% Kokainlösung subkutan in einem nach der Hand offenen Halbkreis, wie Fig. 115 zeigt. Aus äußeren Gründen konnte die Operation erst 45 Minuten später begonnen werden. Schmerzloser 14 cm langer Schnitt vom Kleinfingerballen nach oben, durch Haut und Faszie. Freilegung des Tumors. Beim Abziehen des radialen Schnittrandes von Haut und Faszie zeigt sich der Stamm des N. medianus fest verwachsen mit der Geschwulstkapsel. Möglichst hoch oben wird in den freiliegenden Nerven $^1/_2$ ccm $^1/_2$% Kokainlösung mit Suprareninzusatz injiziert, worauf sofortige Leitungsunterbrechung erfolgt und die schmerzlose Ablösung des Nerven von der Neubildung möglich war. Wegen des Blutreichtums derselben und der nach Unterbrechung des Medianus sich einstellenden Gefäßparalyse an der Hand war jetzt Anlegung einer Gummibinde am Oberarm notwendig. Die Ulnargefäße und der N. ulnaris liefen in Länge von 8 cm mitten durch den Tumor hindurch. Die Gefäße wurden oben und unten unterbunden, der Nerv herauspräpariert und erhalten. Jetzt gelingt die Entfernung der in der Tiefe auf dem M. Pronator quadratus aufliegenden, Fortsätze zwischen die Beugesehnen streckenden Geschwulst. Dauer der vollkommen unempfindlichen, schwierigen Operation 1 $^1/_2$ Stunden. Die etwa $^3/_4$ Stunde liegende Gummibinde machte gegen Schluß der Operation einige Beschwerden. Wir konnten uns davon überzeugen, daß im Gebiet des nicht unterbrochenen N. radialis die Sensibilität vollkommen erhalten war. Heilung ohne Funktionsstörung.

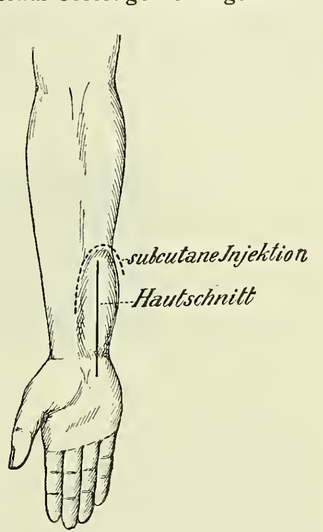


Fig. 115.

Bei aseptischen Operationen an der Hand könnte der Medianusstamm auch leicht und schnell durch einen besonderen Einschnitt über dem Handgelenk freigelegt werden. Bei Operationen wegen Eiterung ist natürlich die Anlegung eines derartigen Schnittes nicht erlaubt.

Operationen am Vorderarm. Haut, Unterhautzellgewebe und Faszie des Vorderarms werden zum größten Teil durch lange, vom Oberarm abwärts im subkutanen Zellgewebe verlaufende sensible Nervenbahnen innerviert, allein der N. radialis superficialis tritt erst im unteren Drittel des Vorderarms aus der Faszie heraus. Es ist daher möglich, größere Strecken der Haut, des Unterhautzellgewebes, der Faszie durch quer zur Vorderarmachse gestellte streifenförmige,

den Arm halb oder ganz umgreifende Infiltration des Unterhautzellgewebes mit Lösung II (vgl. Fig. 103 und 104), oder durch zirkuläre Infiltration des Unterhautzellgewebes rings um das Operationsfeld herum, unempfindlich zu machen. Im letzteren Fall kann der periphere Teil des Infiltrationsringes in der Regel wegfallen, es genügt Umspritzung des Operationsfeldes in Form eines nach der Hand zu offenen Hufeisens (vgl. Fig. 115 und 117). Wenn die Gegend der Austrittsstelle des N. radialis superficialis mitten in das Operationsfeld fällt, so muß sie besonders infiltriert werden. Erstreckt sich das Operationsfeld tiefer wie die Faszie, so infiltriert man zweckmäßig zuerst das Operationsfeld, bzw. seine Umgebung nach den allgemeinen Regeln in der Tiefe. Glatte, geradlinige Schnitte durch normale Gewebe werden am besten nach Infiltration des Operationsfeldes selbst sowie der Schnittlinie mit Lösung I ausgeführt.



Fig. 116.

Die großen subfaszialen Nervenstämme müssen, wenn sie in das Operationsfeld fallen, stets zuerst aufgesucht und möglichst weit proximal durch endoneurale Injektion einiger Tropfen Lösung III oder IV anästhesiert werden. Auf diese Weise sind der Lokalanästhesie leicht zugänglich umschriebene, akute und chronische entzündliche Affektionen der Haut und des Unterhautzellgewebes, fast alle kleineren Verletzungen, Sehnennähte, Gefäßunterbindungen und oberflächlich gelegene Fremdkörper; komplizierter wird meist ihre Anwendung, wenn subfasziale Nervenstämme zuvor aufgesucht werden müssen. Operationen an umschriebenen Teilen gut zugänglicher Knochen, also auch gelegentlich z. B. die Versorgung einer komplizierten Fraktur im unteren Drittel der Ulna oder des Radius ist ebenso leicht und mittels desselben Verfahrens möglich, wie die Operationen an einer Rippe (S. 313) oder am Schlüsselbein (S. 315).

Die Anästhesierung der Rückseite des Ellbogens erfolgt von vier Einstichpunkten aus (Fig. 116, 1—4). Von da wird die Hohlnadel zuerst von allen Seiten bis auf den Knochen vorgeschoben zur In-

filtration der tieferen Gewebsschichten, dann wird das Unterhautzellgewebe in der Richtung 1—2—3—4 infiltriert. Man kann dann den Olekranonschleimbeutel exzidieren und von demselben ausgehende Abszesse inzidieren. Nicht gut begrenzte Phlegmonen werden besser in Narkose operiert (s. auch S. 370).

Die Amputation des Vorderarms im unteren Drittel ist seit der Einführung des Kokains des öfteren unter Lokalanästhesie ausgeführt worden, mit mehr oder weniger Erfolg. Reclus, Schleich, Ried und Matas berichten über solche Fälle. Ried mußte zur Durchsägung der Knochen Narkose zu Hilfe nehmen. Ich hatte persönlich niemals Gelegenheit zur Ausführung einer Vorderarmamputation in Lokalanästhesie; es lag niemals ein besonderer Grund vor, die Narkose nicht anzuwenden. Ich würde in einem Fall, wo ich die Narkose durchaus vermeiden möchte, folgendermaßen verfahren. Man markiert in der Nähe des ulnaren und radialen Randes des Vorderarms, in der Höhe, in der die Knochen durchsägt werden sollen, einige Einstichpunkte, von denen aus Novokainlösung II zunächst rings um beide Knochen, dicht am Periost, injiziert und zugleich dorsal und volar der Zwischenknochenraum infiltriert wird. In derselben Höhe und von denselben Einstichpunkten aus wird das Unterhautzellgewebe rings um den Vorderarm herum mit derselben Lösung infiltriert. Wartezeit von 5—10 Minuten. Nun werden die Lappen umschnitten und zurückpräpariert. Man sucht jetzt nach Infiltration des betreffenden Muskelspalts sehr vorsichtig den N. medianus und ulnaris auf und anästhesiert sie durch endoneurale Injektion einiger Tropfen Lösung III oder IV möglichst weit proximal und durchtrennt sie an der Injektionsstelle. Der N. ulnaris könnte auch vorher durch Injektion am Ellbogen anästhesiert werden. Jetzt schnürt man den Oberarm ab und vollendet die Operation in der gewöhnlichen Weise. Schwierigkeiten dürften bei mageren Personen und Amputation im unteren Drittel kaum entstehen. Ferner kommt in Frage die Anästhesierung des Vorderarms nach Matas (S. 184). Man würde den N. ulnaris und medianus im Sulcus bicip. internus, den N. radialis an der Außenseite des Oberarms unter Infiltrationsanästhesie freilegen und anästhesieren, das Unterhautzellgewebe der Ellbogengegend ringsherum mit Lösung II infiltrieren, dann den Oberarm abschnüren und die Amputation ausführen. Für die Amputation im oberen Drittel des Vorderarms dürfte dies Verfahren wohl das einzig mögliche sein. Es bedarf kaum des Hinweises, daß die Ausführung derartiger Operationen unter Lokalanästhesie für alle Zeiten Liebhaberei einzelner Spezialisten bleiben wird.

Operationen am Oberarm. Die Lokalanästhesie am Oberarm wird sich zumeist auf operative Behandlung oberflächlicher, Haut und Unterhautzellgewebe betreffender Erkrankungen beschränken. Hierbei ist zu beachten, daß die Innervation der Deckgewebe keine ausschließlich subkutane ist. Die Hautnerven verlaufen vielmehr zum Teil subfaszial und gelangen erst, nachdem sie in ihre Endzweige zerfallen sind, an vielen und unregelmäßigen Stellen an die Oberfläche. Deshalb erzielt man durch subkutane Umspritzung nicht immer Anästhesie des eingeschlossenen Bezirks der Haut und des Unterhautzellgewebes. Hierzu ist vielmehr vollständige Umspritzung des Operationsfeldes

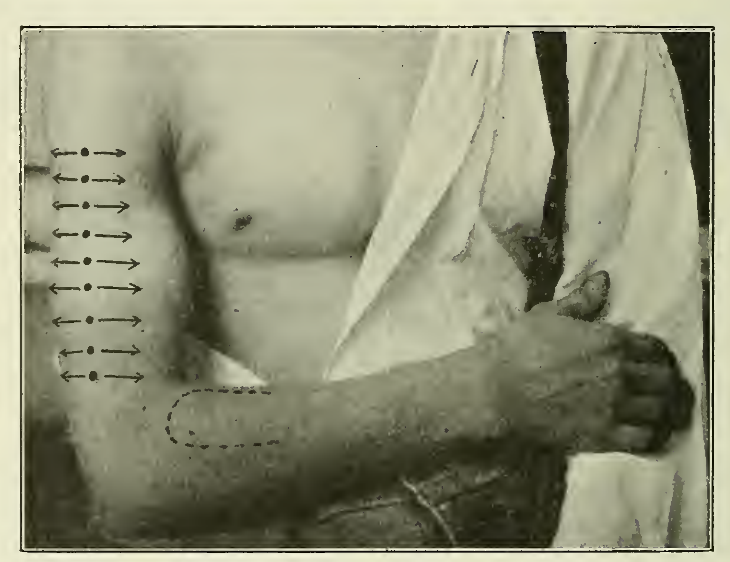


Fig. 117.

auch in der Tiefe erforderlich, und wenn man größere Hautflächen unempfindlich haben will, so muß man das ganze unterliegende Unterhautzellgewebe infiltrieren. Wichtig ist die Lokalanästhesie für die Entnahme Thierschscher Epithelstreifen (oder eines Krauseschen Lappens) vom Oberarm. Hierzu ist, wenn es sich um die Deckung einigermaßen größerer Defekte handelt, die Anästhesierung des größten Teils der Haut der Außen- und Rückfläche des Oberarms nötig Das Anästhesierungsverfahren ist folgendes (Fig. 117). Man markiert an der Außenseite des Oberarms 8—10 etwa $2\frac{1}{2}$ cm voneinander entfernte Einstichpunkte und infiltriert das Unterhautzellgewebe von ihnen aus nach vorn und rückwärts in queren Streifen. Hierzu braucht man 50—75 ccm Lösung I, oder das doppelte Quantum, wenn man die

Lösung I noch zur Hälfte mit Kochsalzlösung verdünnt. Für derartige Injektionen ist die S. 216 beschriebene Spritze mit Doppelhahn sehr zweckmäßig. Durch leicht massierende Bewegungen verteilt man rasch die injizierte Lösung im ganzen Unterhautzellgewebe und wartet, bis die darüberliegende Haut unempfindlich geworden ist. Gerade bei dieser Art der Anästhesierung kann man das Suprarenin entbehren und durch Abkühlung des infiltrierten Unterhautzellgewebes mittels Äthersprays ersetzen. Die Dauer der nun folgenden Anästhesie der Haut ist zwar nicht so groß wie die der Novokain-Suprareninanästhesie, reicht aber aus, wenn die Operation nicht allzulange Zeit in Anspruch nimmt.

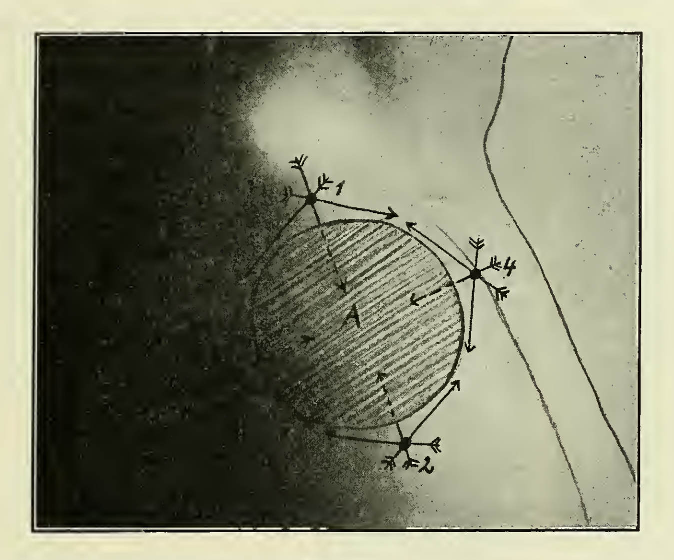


Fig. 118.

Amputationen des Oberarms unter Lokalanästhesie sind begreiflicherweise selten ausgeführt worden. Reclus beschreibt eine solche. Er bediente sich der Infiltrationsanästhesie, injizierte 1 % Kokainlösung und verbrauchte für die Haut 0,09, für die Muskeln 0,07, für den N. radialis, medianus und ulnaris je 0,01 Kokain. Bei Verwendung von verdünnteren Lösungen und Suprareninzusatz hätte wohl der Kokainverbrauch, der für unsere Begriffe viel zu hoch ist, wesentlich verringert werden können. Über die Anästhesierung des Plexus brachialis nach Crile und die ihr folgende Gefühllosigkeit der ganzen oberen Extremität ist auf S. 184 das nötige gesagt. Die technischen Schwierigkeiten dürften bei beiden Verfahren nicht unerhebliche sein. Dagegen ist in der Schultergegend wiederum eine Operation häufig

ein dankbares Objekt für die Lokalanästhesie, die Exstirpation der Schulterlipome. In Fig. 118 zeigt das Feld A die Lage eines derartigen Tumors von 15 cm Durchmesser. Die Einstichpunkte liegen bei 1—4. Von jedem der Einstichpunkte führt man die Hohlnadel unter den Tumor und infiltriert dann das Unterhautzellgewebe in mehreren Schichten ringsherum. Die beiden Einstichpunkte 1 und 2 lagen in dem Fall, der hier als Paradigma dient, 18 cm auseinander. Verbraucht wurden 75 ccm Lösung I. Das Operationsfeld wurde vollständig gefühllos. Für solche Fälle sind besonders lange Hohlnadeln unentbehrlich.

Operationen in der Achselhöhle. Für die Lokalanästhesie in Betracht kommen kleinere, gut abgegrenzte, oberflächliche, von Schweiß- oder Lymphdrüsen ausgehende Abszesse, welche durch Umspritzung mit Lösung II leicht unempfindlich gemacht werden können, ferner oberflächlich gelegene Lymphdrüsenpakete, die gut abgegrenzt und so gelegen sind, daß man sie mit der linken Hand aus der Achselhöhle herausheben kann, um eine primäre Infiltration ihrer Umgebung zu ermöglichen. Sie können dann ebensogut wie in Narkose exstirpiert werden. Tiefer in die Achselhöhle eindringende Operationen werden besser in Narkose ausgeführt.

---

17. Kapitel.

Operationen an der unteren Extremität.

A) Experimentelle Untersuchungen über die Leitungsanästhesie an der unteren Extremität.*)

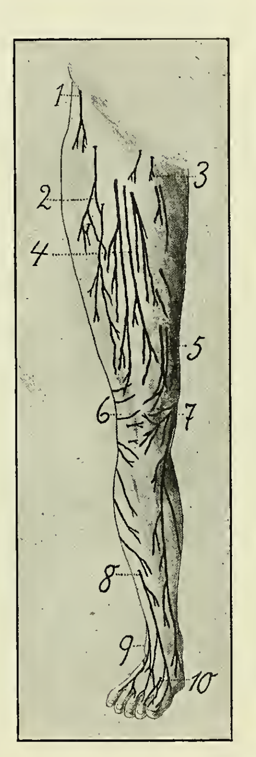
Fig. 119 zeigt die Verteilung der Hautnerven an der unteren Extremität. Es ist ferner wichtig, sich daran zu erinnern, daß die gesamte Sensibilität des Beins von der Kniegegend abwärts nur auf zwei Leitungsbahnen, dem N. ischiadicus und dem N. saphenus, dem Endast des N. femoralis, nach dem Zentrum geleitet wird, deren Unterbrechung daher eine vollständige Anästhesie des Unterschenkels und Fußes hervorrufen muß.

---

*) Vgl. Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Leitungsanästhesie. Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. 71, H. 1.

Fig. 120 zeigt einen Querschnitt durch den Unterschenkel dicht über dem Fußgelenk, da, wo der innere Knöchel am dicksten ist (nach Braune).

Es ist das diejenige Stelle, wo der N. tibialis vor seiner Teilung in N. plantaris medialis und lateralis leicht und sicher in folgender Weise getroffen werden kann (auf der Figur durch einen Pfeil bezeichnet). Etwa 1 cm von dem medialen Rande der Achillessehne, in der angegebenen Höhe, sticht man die Hohlnadel, genau von hinten nach vorn gerichtet, ein und schiebt sie vor, bis man auf Knochen (die Hinterfläche der Tibia) stößt, zieht dann die Nadelspitze ganz wenig zurück und injiziert die anästhesierende Lösung. Eine Verletzung der weiter medial liegenden Gefäße ist kaum zu befürchten, doch kann man zur Vorsicht die feine Hohlnadel zunächst ohne Spritze einführen und sehen, ob Blut aus ihr herausfließt. Ist das der Fall, so muß man die Nadelspitze etwas weiter lateralwärts wenden. An sich ist ja das Anstechen eines Gefäßes mit der feinen Hohlnadel ganz ohne Bedeutung. Wenig höher oben am Unterschenkel schiebt sich der M. flexor hallucis longus zwischen Knochen und Nerv, und der letztere ist sehr schwer zu treffen.



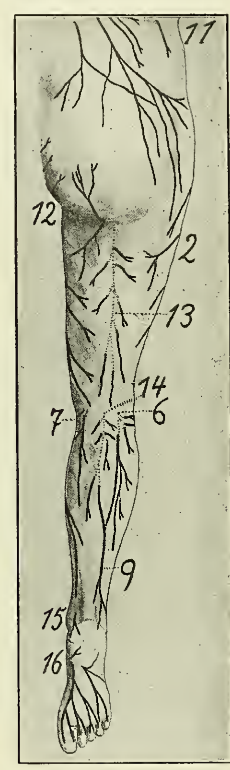


Fig. 119.
1 Ileo-hypogastricus. 2 Cutaneus fem. lateralis. 3 Lumbo-inguinalis. 4 Cutaneus fem. anterior. 5 Obturatorius. 6 Cutaneus surae lateralis. 7 Saphenus. 8 Peronaeus superficialis. 9 Suralis. 10 Peronaeus profundus. 11 Clunium superiores. 12 Clunium inferiores. 13 Cutaneus fem. posterior. 14 Cutaneus surae medialis. 15 R. calcanei N. tibialis. 16 Tibialis.

Versuch 1 (Dr. B.). In der eben beschriebenen Weise wurde $^1/_2$ ccm 1 $^0/_0$ Kokainlösung mit 1 Tropfen Suprareninlösung 1 : 1000 injiziert. Es trat fast sofort Anästhesie in der auf Fig. 121, I bezeichneten Ausdehnung ein und hielt 3 Stunden an. Das Übergreifen der anästhetischen Zone auf die Streckseite des Fußes und der Zehen ist durch schraffierte Flächen angedeutet.

Dies Verfahren wurde einige Male zur Spaltung von Abszessen und Ent-

fernung von Fremdkörpern in der Fußsohle angewendet. Die Anästhesie der Fußsohle erstreckt sich bis auf die Metatarsal- und Fußwurzelknochen.

Versuch 2. Über dem inneren Knöchel wurden subkutan 2 ccm $^1/_2$ $^0/_0$ Kokainlösung mit 4 Tropfen Suprareninlösung injiziert, in einem Halbring, welcher von der Mitte der Achillessehne über den inneren Knöchel vorbei, zur Mitte der Vorderseite des Unterschenkels zieht. Es werden die Endäste des N. saphenus major getroffen; die Ausdehnung der folgenden Anästhesie ist in Fig. 121, II bezeichnet.

Das anästhetische Gebiet bei dieser Injektion schließt sich nach unten an das vom N. tibialis innervierte Gebiet an und kann deshalb

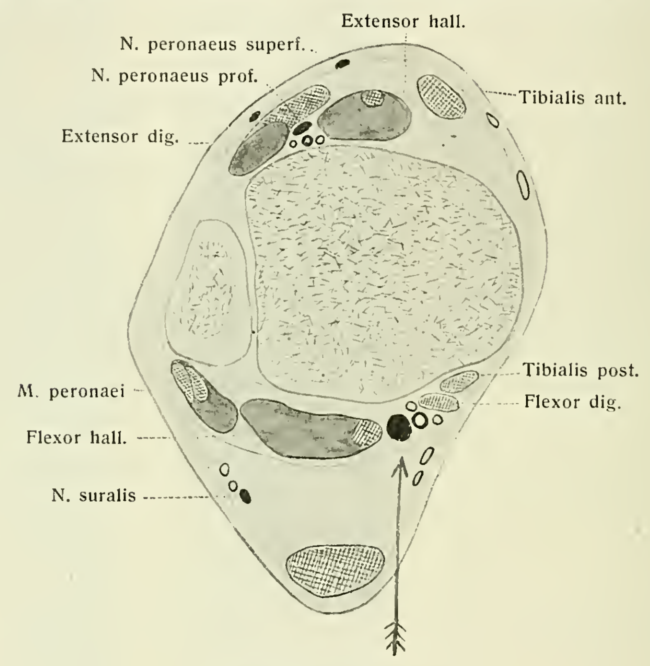


Fig. 120 (nach Braune).

in Verbindung mit der Anästhesierung dieses Nerven manchmal Verwendung finden.

Ein quer über die Streckseite des Fußgelenks gelegter subkutaner Injektionsstreifen trifft nur einige Endverzweigungen des N. saphenus major und den N. peronaeus superficialis und bewirkt, anders wie an der entsprechenden Stelle der Hand, nur in beschränkter Ausdehnung Anästhesie des Fußrückens. Dagegen wird ein sehr umfangreicher Teil des Fußes unempfindlich, wenn auf der lateralen Seite des Unterschenkels ein Halbring subkutan injiziert wird.

Versuch 3. Handbreit über dem äußeren Knöchel wurden 3 ccm $^1/_2$ $^0/_0$ Kokainlösung mit Zusatz von 10 Tropfen Suprareninlösung 1:1000 in einem quer

zur Gliedachse gestellten Streifen injiziert, der von der Mitte der Achillessehne bis zur äußeren Tibiakante reichte. Nach 6 Minuten war die Haut in der Fig. 121, III bezeichneten Ausdehnung unempfindlich geworden und blieb es 3—4 Stunden.

Es wird dabei der N. peronaeus superficialis und der N. suralis ausgeschaltet. Das anästhetische Gebiet schließt sich nach dem inneren Knöchel zu an das Innervationsgebiet des N. saphenus major, an den Zehen und dem inneren und äußeren Fußrande an das des N. tibialis an. Noch sicherer kann dasselbe Resultat erzielt werden, wenn man



Fig. 121.

den N. peronaeus in der Kniekehle und den N. suralis durch eine subkutane Injektion zwischen äußerem Knöchel und Achillessehne leitungsunfähig macht. An der ersten und zweiten Zehe blieb im Versuch 3 das kleine Gebiet des N. peronaeus profundus intakt. Die Endäste dieses Nerven können durch einen quergestellten Injektionsstreifen oberhalb des ersten Zwischenzehenraums getroffen werden, sein Stamm ist über dem Fußgelenk leicht und sicher in folgender Weise zugänglich.

Versuch 4. Drei Finger breit über dem inneren Knöchel wird die Hohlnadel lateralwärts von der Sehne des M. tibialis anticus, zwischen dieser und der benachbarten Sehne des M. extensor hallucis longus senkrecht zur Haut-

oberfläche eingestochen, bis man auf Knochen stößt. Nun wendet man die Nadelspitze lateralwärts, schiebt sie unter die Sehne des M. extensor hallucis und injiziert. 10 Minuten nach Injektion von 1 ccm $^1/_2$% Kokainlösung mit 3 Tropfen Suprareninlösung 1 : 1000 entstand Anästhesie im Gebiet des sensiblen Endastes des N. peronaeus profundus, wie Fig. 121, IV. zcigt.

Durch gleichzeitige Anästhesierung des N. tibialis und peronaeus profundus, sowie Anlegen eines subkutanen Injektionsringes um den Unterschenkel über den Knöcheln werden sämtliche auf den Fuß übertretende Nervenbahnen ausgeschaltet. Derselbe wird daher völlig anästhetisch.

Die Kenntnis der durch derartige Injektionen zu erzielenden peripheren Anästhesie ist nicht ohne Wichtigkeit für die Anwendung der Lokalanästhesie am Fuß. Über weitere, von mir bereits mitgeteilte Versuche, den N. tibialis und peronaeus in der Kniekehle, den N. saphenus und N. ischiadicus durch perineurale Injektion zu anästhesieren, kann ich mich kurz fassen. Der N. peronaeus ist in der Kniekehle, am medialen Rande der Bizepssehne bei mageren Menschen fühlbar. Nach Injektion von 1 ccm der Lösung IV an den Nervenstamm tritt in der Regel sofort sensible und motorische Lähmung in seinem Verbreitungsbezirk ein. Die Anästhesie betrifft den lateralen Umfang des Unterschenkels, das Wadenbein und seine Umgebung in ganzer Ausdehnung, sowie einen Teil der Weichteile des Fußrückens. Der N. saphenus tritt in der Höhe der Tuberositas tibiae aus der Faszie in das Unterhautzellgewebe. Sein Innervationsgebiet, Haut und Unterhautzellgewebe der medialen Fläche des Unterschenkels bis herab zum inneren Knöchel umfassend, wird unempfindlich, wenn man das Unterhautzellgewebe in einem Streifen mit anästhesierender Lösung infiltriert, welcher von der Tuberositas tibiae medialwärts bis über die Sehne des M. semitendinosus in die Kniekehle reicht. Das Innervationsgebiet des N. saphenus schließt sich vorn unmittelbar an das des N. peronaeus an, durch Anästhesierung beider Nerven wird daher die Haut des ganzen Unterschenkels, außer der Rückfläche desselben, unempfindlich. Auch diese Verfahren kann man gelegentlich in der Praxis brauchen. Wie an der oberen Extremität, verwendet man zur Anästhesierung der subkutanen Nerven am Unterschenkel und Fuß am besten Lösung II und nur an den Zehen Lösung III.

B) Anästhesierungtechnik bei Operationen an der unteren Extremität.

Operationen an den Zehen. Das einfachste und auch sicher zum Ziel führende Anästhesierungsverfahren zur Extraktion des Nagels der großen Zehe ist die Anwendung des Äther- oder Chloräthylsprays.

Beschränkt man sich indessen nicht auf die Entfernung des Nagels, sondern exzidiert, wie es wohl als Regel gelten muß, das entzündete Nagelbett, so ist die Anwendung anästhesierender Lösungen vorzuziehen. Sie geschieht in gleicher Weise wie an den Fingern. Man schnürt also die Zehe mit einem dünnen Gummischlauch ab, dessen Enden man um den Mittelfuß oder über den Knöcheln (Fig. 122) knotet oder mittels einer Klemme fixiert. Dann injiziert man von zwei (Fig. 122 1 und 2) an den Seitenrändern der Zehe gelegenen, oder auch von drei Einstichpunkten aus, ganz wie am Finger, 3—4 ccm $^1/_2$% Kokain- oder Tropakokainlösung oder 1% Novokain- oder Eukainlösung ringsherum in das Unterhautzellgewebe des Grundgliedes und wartet, bis die Zehe bis an ihre Spitze unempfindlich gegen Nadelstiche geworden ist. Alsdann können an ihr beliebige Operationen vorgenommen werden. Oder man unterläßt die Abschnürung und injiziert anstatt dessen Lösung III oder IV in der beschriebenen Weise. Ich empfehle, dies letztere Verfahren, wenigstens bei ambulanten Kranken, anzuwenden, weil die Kokain- oder Novokain-Suprareninanästhesie so lange Zeit anhält, daß die Kranken nach ausgeführter Operation ohne Schmerz nach Hause gehen oder fahren können.



Fig. 122.

Die Anästhesierung der übrigen Zehen erfolgt in der gleichen Weise, doch kommt man natürlich mit einer viel kleineren Menge des Anästheticums aus. Die isolierte Abschnürung der übrigen Zehen nimmt zu viel Platz weg, man muß daher, wenn man nicht Suprarenin brauchen will, oberhalb der Knöchel abschnüren. Die Anästhesierung der den Zehen benachbarten Teile des Mittelfußes und die Anästhesierung mehrerer Zehen auf einmal geschieht nach den gleichen Prinzipien, wie an den entsprechenden Teilen der Hand. Ich kann mich deshalb hier kürzer fassen.

Anästhesierung der großen Zehe mit dem benachbarten Mittelfuß zur Ausführung der Exartikulation der Zehe im Grundgelenk

mit oder ohne Entfernung des Metatarsusköpfchens, ferner der wegen Hallux valgus nötigen Operationen. 15—20 ccm Lösung II werden in folgender Weise injiziert (Fig. 123). Drei Einstichpunkte sind mit feinster Hohlnadel durch Quaddeln zu markieren, von denen der erste am medialen Fußrande, der zweite auf dem Fußrücken, im ersten Zwischenknochenraum, der dritte in der ersten Interdigitalfalte gelegen ist. Die an einer 5 ccm-Spritze befindliche Hohlnadel wird nun bei 2 eingestochen und, während ohne Unterbrechung Lösung II injiziert wird, durch den ersten Zwischenknochenraum vorgeschoben, bis ihre Spitze an der gegenüberliegenden Stelle unter der Haut der Fußsohle zu fühlen ist. In die Haut soll sie aber hier nicht eingestochen werden, weil das

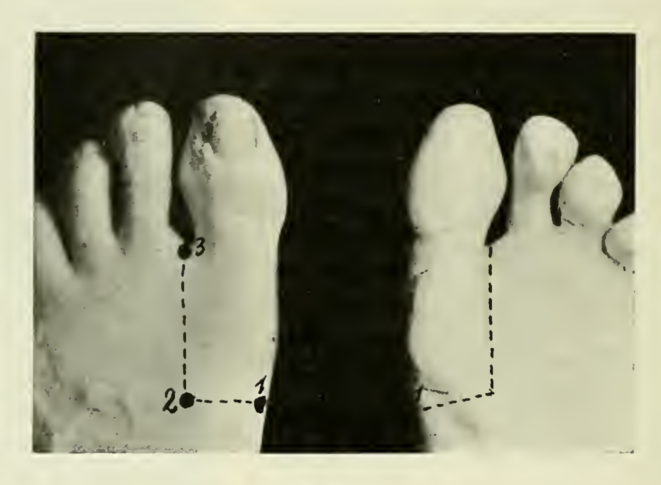


Fig. 123.

unnötigerweise Schmerz verursachen würde. Weiter wird das Unterhautzellgewebe in der Richtung 1—2, und werden die Weichteile der Fußsohle in der Richtung der punktierten Linie mit der Lösung infiltriert. Endlich wird die Hohlnadel von Punkt 3 aus subkutan auf dem Fußrücken bis gegen Punkt 2, dann in den Zwischenknochenraum und schließlich unter der Haut der Fußsohle, wie die punktierte Linie angibt, injizierend vorgeschoben. Auf diese Weise wird das von ihr begrenzte Gebiet durch eine mit der anästhesierenden Lösung durchtränkte Gewebsschicht vom übrigen Fuß abgetrennt und wird nach wenigen Minuten unempfindlich. Dieser Zustand ist dann erreicht, wenn die Spitze der großen Zehe gegen Nadelstiche unempfindlich geworden ist.

Die Exartikulation der kleinen Zehe wird in der gleichen Weise ausgeführt.

Exartikulation der dritten Zehe mit dem Ende des dritten Mittelfußknochens (Fig. 124). Von den durch Quaddeln markierten Punkten 1 und 2 aus wird die Hohlnadel unter ununterbrochenem Injizieren von Lösung II zwischen dritten und vierten, sowie zwischen zweiten und dritten Mittelfußknochen vorgeschoben, bis sie beim Punkt a unter der Haut der Fußsohle fühlbar ist. Von dem in der Interdigitalfalte gelegenen Punkt 3 wird die Nadel injizierend vorgeschoben, unter der Haut des Fußrückens bis gegen 1, dann im Zwischenknochenraum, endlich in den Weichteilen der Fußsohle bis gegen Punkt a.

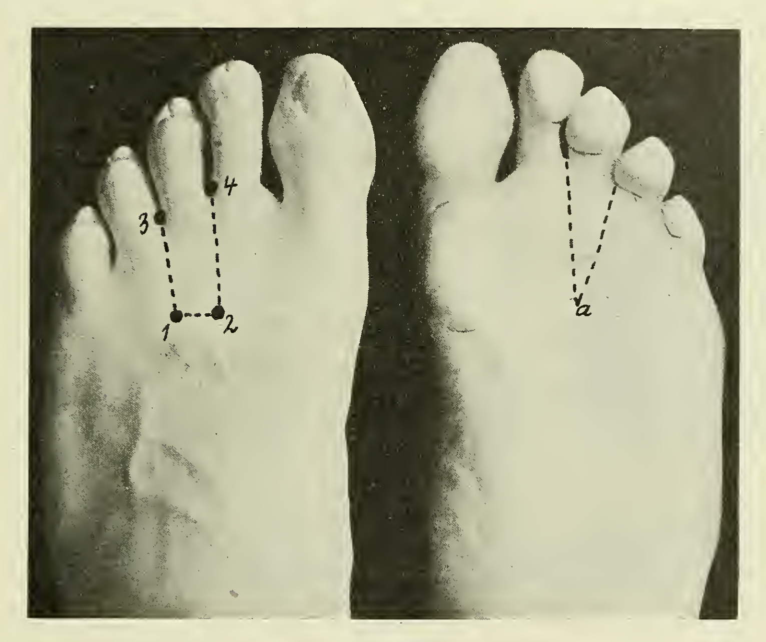


Fig. 124.

Dasselbe geschieht von Punkt 4 aus gegen Punkt 2 und a. Zuletzt folgt subkutane Injektion von Punkt 1—2. Man braucht ungefähr 20 ccm Lösung II. Man wartet, bis die Spitze der dritten Zehe gegen Nadelstiche unempfindlich geworden ist. Legt man die beiden Punkte 1 und 2 noch weiter gegen die Fußwurzel, an die Basis der Mittelfußknochen, so kann der ganze Mittelfußknochen in das anästhetische Operationsfeld eingeschlossen werden. So sind fast alle Operationen an den Zehen und dem Mittelfuß sehr leicht und sicher unter Lokalanästhesie auszuführen. Man kann sie auch ohne Suprarenin machen, wenn man die Extremität oberhalb der Knöchel abschnürt.

Ein auf dem Fußrücken gelegenes Operationsfeld von beliebiger Ausdehnung kann durch hufeisenförmige oder zirkuläre Umspritzung unempfindlich gemacht werden. Wie zu verfahren ist, wenn das Operationsfeld gleichzeitig eine oder mehrere Zehen umfaßt, ergibt sich aus der für die obere Extremität gegebenen Darstellung. In der Fußsohle ist die vordere Hälfte einer ähnlichen Anästhesierung, wie der Handteller, leicht zugänglich, in der hinteren Hälfte der Fußsohle muß man die direkte Umspritzung auf Operationen beschränken, die das Unterhautzellgewebe nicht überschreiten. Man kommt da in der Regel nur zum Ziel, wenn man den N. tibialis, bzw. den ganzen Fuß durch Leitungsunterbrechung oberhalb der Knöchel unempfindlich macht.

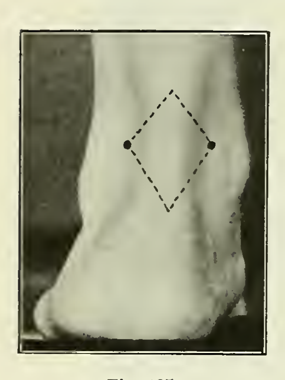


Fig. 125.

Anästhesierung des ganzen Fußes. Das Unterhautzellgewebe wird oberhalb der Knöchel ringsherum mit Lösung II infiltriert. Ein Quantum der gleichen Lösung wird vorn subfaszial an die Vorderfläche der Tibia und in den Zwischenknochenraum, hinten unter die Achillessehne injiziert, endlich bringt man 1 ccm Lösung IV nach der auf S. 391 gegebenen Anweisung an den Stamm des N. tibialis. Bis zum Einttrit der Anästhesie, die manchmal 20—25 Minuten auf sich warten läßt, legt man eine Gummibinde locker, bis zum Eintritt venöser Stauung um Ober- oder Unterschenkel oder eleviert gleichzeitig das Bein zur Verzögerung der Resorption. Vor Beginn der Operation wird die Stauungsbinde gelöst und fest, zur Unterbrechung des Blutstroms, wieder angelegt.

Die Tenotomie der Achillessehne kann bei Erwachsenen und älteren, verständigen Kindern unter Lokalanästhesie geschehen. Man führt sie aus, indem man von zwei, rechts und links von der Achillessehne gelegenen Einstichpunkten aus (Fig. 125) Lösung I sowohl unter, als über der Sehne, in der Richtung der punktierten Linie injiziert. In den meisten Fällen freilich folgen der Tenotomie therapeutische Maßnahmen, welche anderweitige Anästhesierungsmethoden erforderlich machen.

Die Behandlung umschriebener oberflächlicher, Haut und Unterhautzellgewebe betreffender Erkrankungen am Unterschenkel bedarf keiner besonderen Besprechung. Die oberflächliche Lage des Schienbeins gestattet es, umschriebene Erkrankungen dieses Knochens unter Lokalanästhesie zu operieren, wenn man ein Stück des Knochens nach

dem Schema Fig. 33 (S. 238) in ein pyramiden- oder muldenförmig umspritztes Operationsfeld einschließt. Eine nicht seltene kleine Operation, die niemals die Narkose erforderlich macht, wenn man so verfährt, ist die Abmeißelung vorspringender Kallusmassen nach Fraktur des Schienbeins. Die Osteomyelitisoperationen am Schienbein dagegen erfordern so gut wie ausnahmslos eine Anästhesierung von einem Umfange, die durch örtliche Injektionen in der Umgebung des Operationsfeldes keinesfalls zu erreichen ist. Die isolierte Leitungsunterbrechung des N. peronaeus communis und des N. saphenus kann gelegentlich Verwendung finden. Der erstere ist meistens, wenigstens bei mageren Menschen (s. S. 394), perkutan sehr leicht zu treffen, sonst kann er durch eine kleine, mittelst Infiltrationsanästhesie auszuführende Inzision am medialen Rande des M. biceps freigelegt und durch endoneurale Injektion einiger Tropfen Lösung IV unterbrochen werden. So werden fast alle Operationen an der Fibula, namentlich die wegen Osteomyelitis, ermöglicht. Die Haut an der Außenseite des Unterschenkels erfordert allerdings manchmal noch eine besondere Anästhesierung, sei es durch Infiltration in der Schnittlinie, oder, wenn sie selbst erkrankt ist, durch Umspritzung, in der Tiefe aber findet man die Fibula und ihre Umgebung nach Leitungsunterbrechung des N. peronaeus unempfindlich. Die Unterbrechung des N. saphenus an der Innenseite des Kniegelenks mittels perkutaner Injektion von Lösung II nach der S. 394 gegebenen Vorschrift, oder, nachdem man ihn unter Infiltrationsanästhesie zunächst freigelegt hat, erlaubt die Ausschälung von Varizenpaketen im Gebiet der Vena saphena am Unterschenkel.

Die Anästhesierung des ganzen Unterschenkels und Fußes mittels perkutaner Anästhesierung des N. tibialis und peronaeus in der Kniekehle ist mir bei einem mageren Manne zweimal gelungen.

31 jähriger Mann mit Frostgangrän an beiden Füßen.

1. April 1899. Chopartsche Exartikulation am rechten Fuß. Um den rechten Oberschenkel wurde eine Gummibinde fest umgelegt. Injektion von 25 ccm $^1/_2\,^0/_0$ Tropakokainlösung in der Kniekehle an den N. peronaeus und tibialis. Injektion von 10 ccm derselben Lösung zirkulär subkutan um den Unterschenkel unterhalb der Mitte. Hierauf wurde oberhalb der Knöchel eine zweite Gummibinde fest umgelegt, die obere Binde aber so weit gelockert, daß venöse Hyperämie zwischen den beiden Binden entstand. Nach 25 Minuten wurde die Operation ausgeführt. Es wurde nur beim Durchschneiden der Äste des N. peronaeus superficialis ein sehr geringer Schmerz ausgelöst. Der Bindendruck wurde nicht empfunden. Nach ihrer Lösung blieb das Operationsfeld noch 15 Minuten unempfindlich, so daß Blutstillung und Naht empfindungslos vorgenommen werden konnten. Bei der zum Schluß ausgeführten Achillotenotomie war die Sensibilität zum Teil schon wieder zurückgekehrt.

10. April 1899. Anästhesierung in gleicher Weise. Injektion von 30 ccm $^1/_2$ % Tropakokainlösung in der Kniekehle, von 15 ccm derselben Lösung zirkulär subkutan um den Unterschenkel. Abschnürungsmodus wie oben. 30 Minuten nach der Injektion Pirogoffsche Amputation bei vollkommener Empfindungslosigkeit bis zum Schluß der Operation.

Exstirpation des Hygroma praepatellare. Man markiert vier Einstichpunkte, deren Lage aus Fig. 126 zu ersehen ist, durch Quaddeln. Von jeder derselben führt man die Hohlnadel, ununterbrochen Novokainlösung II injizierend, in der Richtung der Pfeile so weit vor, bis ihre Spitze den Rand der Patella trifft, zuletzt infiltriert man das Unterhautzellgewebe in der Richtung der punktierten Linie, bei starkem Panniculus in doppelter Schicht, einer tiefen und einer ganz oberflächlichen. Die nächsten 10 Minuten verwendet man zur Desinfektion und kann dann die Operation vornehmen. Es wird ein Bogenschnitt a—b durch Haut und Unterhautzellgewebe geführt und sofort außen, oben und innen bis in den Schleimbeutel hinein vertieft, so daß dieser in zwei Hälften geteilt ist, eine obere, die an dem nach oben zu schlagenden Hautlappen hängt, und eine untere, die auf der Patella sitzen bleibt. Fig. 127 A zeigt die Richtung der ersten Injektionen auf einem durch die Einstichpunkte 1 und 3 gelegten Querschnitt,

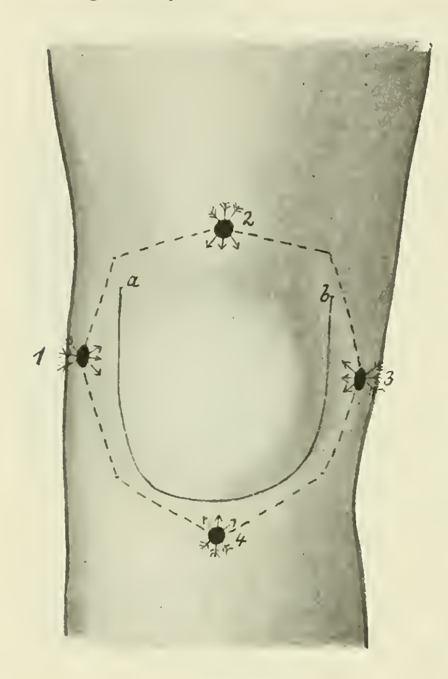


Fig. 126.

Fig. 127 B zeigt das Bild nach Halbierung des Schleimbeutels und Aufklappen des Lappens. Die in Fig. 127 B gezeichneten Pfeile zeigen, wie durch Injektion von der Innenfläche des Schleimbeutels nötigenfalls die Anästhesierung vervollständigt werden kann. Wenn die ersten Injektionen jedoch gut gelungen waren, sind weitere Injektionen nicht notwendig. Man exstirpiert nun beide Hälften des Schleimbeutels und vernäht die Wunde. Bei einigermaßen entwickeltem Unterhautfett sind etwa 75 ccm Lösung zur Anästhesierung erforderlich. Akut entzündete Schleimbeutel können auf gleiche Weise unempfindlich gemacht werden, vereiterte sind nur dann der Lokalanästhesie zugänglich, wenn Eiterung und Entzündung in der Umgebung des erkrankten

Schleimbeutels so begrenzt ist, daß man in der Lage ist, das ganze Operationsfeld in der geschilderten Art im Gesunden zu umspritzen. Der Lappenschnitt ist für diese Fälle natürlich nicht immer geeignet. Ich möchte ein Beispiel schildern.

In meine Poliklinik kommt mühsam humpelnd eine Frau mit vereitertem präpatellarem Schleimbeutel. Die ganze Kniegegend vorn und zur Seite der Kniescheibe ist stark geschwollen und gerötet, die Haut ist an einer Stelle bereits perforiert. Jede Berührung, jede Bewegung des Beines ist schmerzhaft. Die Anästhesierung wird in der oben beschriebenen Weise vorgenommen. Einige Minuten später verschwindet die entzündliche Rötung, die Haut wird unempfindlich gegen Nadelstiche, der vereiterte Schleimbeutel läßt sich sondieren, die spontanen und durch Berühren des Operationsfeldes vorher auszulösenden Schmerzen sind verschwunden. Die Operation besteht in einer 10 cm langen Längsinzision und Exstirpation des vereiterten Schleimbeutels, sowie des eitrig infiltrierten Gewebes in seiner Umgebung. Zu letzterem Zweck wird an der Innenseite ein Querschnitt zugefügt. Nicht der geringste Schmerz wird ausgelöst, die Blutung fehlt. Nach Anlegung des Verbandes geht die Kranke ohne Schmerz und ohne zu hinken nach ihrer 15 Minuten entfernten Wohnung und legt sich zu Bett. Vier Stunden später bemerkt sie mäßigen Wundschmerz, der einige Stunden anhält. Die ersten Verbandswechsel müssen in der Wohnung der Kranken vorgenommen werden, da sie nicht gehen kann.

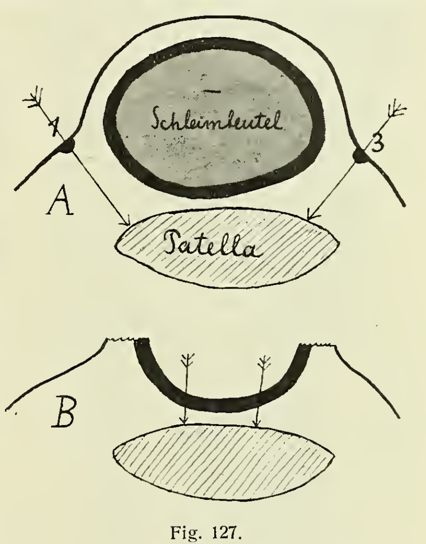


Fig. 127.

Nicht entzündete Hygrome können auch mittels Schleichscher Injektionstechnik entfernt werden. Man zeichnet den Lappen durch eine Quaddelreihe vor, infiltriert weiter die Schnittlinie des Unterhautzellgewebes rings um den Schleimbeutel herum, also auch oben, unter dem Stiel des Lappens, und wartet 5 Minuten. Dann klappt man den Lappen nach Halbierung des Schleimbeutels nach oben, infiltriert die Umgebung seines auf der Patella sitzen gebliebenen Teils und exstirpiert beide Hälften, zuerst die obere, welche bereits durch die ersten Injektionen mit unempfindlich geworden ist. Bei fetten Personen ist dies Verfahren manchmal leichter. Bei akut entzündeten Schleimbeuteln kommt man damit aber nicht zum Ziel. Bei diffuser, nicht bereits äußerlich für das Auge abgegrenzter Phlegmone in der Umgebung des Schleimbeutels ist Narkose oder Medullaranästhesie anzuwenden.

Operationen am Kniegelenk. Den auf S. 243 gegebenen Vorschriften ist nur wenig hinzuzufügen. Sie finden gerade am Kniegelenk am häufigsten Verwendung. Unter Lokalanästhesie ausführbar sind Punktionen, Auswaschungen des Gelenkes, medikamentöse Injektionen in dasselbe, einzelne Arthrotomien. Sollen reizende Substanzen injiziert, oder Manipulationen im Gelenkinneren vorgenommen werden, so ist zuvor Anästhesierung der Synovialmembran notwendig, indem man das Gelenk für einige Zeit mit Novokainlösung II füllt. Vorher schmerzhafte Gelenke werden dann unempfindlich, durch Schmerzen bedingte Kontrakturen lösen sich.

Arthrotomie des Kniegelenkes zur Entfernung einer Gelenkmaus oder eines abgerissenen Meniscus (Fig. 128). Man markiert die Einstichpunkte 1 und 2 am oberen und unteren Ende des beabsichtigten Schnittes und infiltriert von ihnen aus zuerst mit Novokainlösung II sehr ausgiebig in der Schnittlinie die tiefen Weichteile, Faszien, Gelenkkapsel, etwa in den Schnitt fallende Teile des M. Quadriceps. Wenn das geschehen ist, infiltriert man das Unterhautzellgewebe ebenfalls entweder in der Schnittlinie, entsprechend der punktierten Linie, oder in Form des Hackenbruchschen Rhombus. Nun führt man die Hohlnadel in das Gelenk selbst ein und füllt dasselbe mit Novokainlösung II, so viel, als hineingeht. Ein Gelenkhydrops muß zuvor entfernt werden. Nach 10—20 Minuten kann man die Operation wie in Narkose ausführen. Die im Gelenk enthaltene Flüssigkeit läßt man bis zu seiner Eröffnung darin. Ich habe derartige Arthrotomien nur noch in Lokalanästhesie ausgeführt.

Akut entzündete, vereiterte Gelenke sind oft so schmerzhaft bei jeder Berührung und Bewegung, daß man die Kranken so schnell wie möglich, nachdem man sie auf dem Operationstisch hat, oder noch vorher, narkotisieren soll. Ist das nicht oder nur in mäßigem Grade der Fall, so kann man die Arthrotomie und Gelenkdrainage in Lokalanästhesie machen, zumal, da seit Einführung der Bierschen Stauung gewöhnlich nur kleine Schnitte notwendig sind. Man punktiert nach Infiltration des Stichkanals zuerst das Gelenk mit dem Troikart, entleert den Eiter und füllt das Gelenk mit Novokainlösung II. Der Troikart bleibt verschlossen stecken. Es folgt die Anästhesierung der Schnittlinie oder der Schnittlinien, wie oben geschildert. Sobald das Gelenk schmerzlos auf Druck und bei Bewegungen geworden ist, kann man es, zunächst an der dem Troikart gegenüberliegenden Seite, eröffnen und drainieren.

Die Naht der gebrochenen Patella ist von Schleich und

anderen unter Infiltrationsanästhesie ausgeführt worden. Mehr als eine relative Anästhesie erzielt man dabei aber nach meinen Erfahrungen nicht. Die Anästhesierung der tiefen Weichteile und der Umgebung der Patella ist, namentlich bei großem Kapselriß, sehr schwierig oder unmöglich, das mit Blut gefüllte geschwollene Gelenk ist bei jeder Bewegung schmerzhaft, die Synovialis läßt sich wegen der Blutgerinnsel nicht anästhesieren, das Ausräumen der letzteren ist schmerzhaft, der Quadriceps ist krampfhaft kontrahiert, oft muß man zur Narkose greifen. Daran hat auch das Suprarenin nichts gebessert. Ich halte die Operation im allgemeinen nicht geeignet für die Lokalanästhesie.



Fig. 128.

Operationen am Oberschenkel. Für die Lokalanästhesie kommen fast ausschließlich nur oberflächliche operative Eingriffe in Betracht, von typischen Operationen ist es nur die Unterbindung oder Resektion der Vena saphena und die Entnahme Thierschscher Epithelstreifen, bei der die Narkose in der Regel entbehrt werden kann.

Resektion eines Stückes der Vena saphena. Sehr notwendig ist, wenn man unter Lokalanästhesie operieren will, die genaue Lokalisation des Hauptvenenstamms. Er ist, wenn der Kranke auf dem Operationstisch liegt, nicht immer sichtbar. Man läßt dann den Kranken stehen, legt, nachdem sich die Vene gefüllt hat, eine Gummibinde lose um den oberen Teil des Oberschenkels, bringt den Kranken jetzt in die Lage, in der er sich bei der Operation befinden wird. Den Punkt, wo jetzt die Vene fühlbar ist, und wo sie freigelegt werden soll, markiert man durch Injektion eines Tropfens Methylenblaulösung und nimmt die Gummibinde wieder ab. Ist der Venenstamm sichtbar oder fühlbar, so verfährt man wie folgt (Fig. 128). Bei 3 und 4, je etwa 5 cm von der Vene entfernt, markiert man zwei Einstichpunkte

und infiltriert von ihnen aus muldenförmig, nach Schema S. 235. Man führt also die Hohlnadel zuerst in verschiedenen Richtungen tief unter die Vene, injiziert Novokainlösung II dann nach oben und unten hin oberflächlicher und infiltriert zuletzt das Unterhautzellgewebe in Form des durch die punktierte Linie bezeichneten Hackenbruchschen Rhombus. Fünf Minuten später kann die Operation wie in Narkose mittels eines die beiden Einstichpunkte verbindenden Querschnitts ausgeführt werden. Wenn die Vene nicht fühlbar und sichtbar ist, muß man anders verfahren. Man infiltriert Haut und oberflächliches Unterhautzellgewebe in der Schnittlinie nach Schleich und durchtrennt sofort beides, bis man die Vene oder die Venen durch die oberflächliche Faszie durchschimmern sieht. Jetzt infiltriert man rings um die Vene herum nach oben und unten Lösung I und wartet fünf Minuten. Dann vollendet man die Operation in gewöhnlicher Weise. Wartet man nicht, so sind die die Vena saphena häufig begleitenden Äste des N. femoralis, lumbo-inguinalis oder obturatorius noch schmerzhaft, so daß beim Freipräparieren des Gefäßes bisweilen sehr heftige Schmerzen ausgelöst werden.

Hautüberpflanzung. Die Anästhesierung der Haut zur Entnahme großer Thierschscher Epithelstreifen oder Krausescher Lappen von der Vorder- und Außenfläche des Oberschenkels erfolgt in gleicher Weise wie am Oberarm (S. 388). Man infiltriert das Unterhautzellgewebe, wie dort beschrieben, in der Ausdehnung, als die Haut unempfindlich werden soll, mit Novokain-Suprareninlösung Nr. I und kann 200 ccm davon verbrauchen. Der Eintritt der Anästhesie der Haut kann durch Abkühlen mit dem Ätherspray beschleunigt werden. Subkutane Umspritzung ist am Oberschenkel sehr unsicher. Wegen der komplizierten und wechselnden Innervation der Oberschenkelhaut ist auch die Anästhesierung einzelner freigelegter Nervenstämme — versucht ist das am N. cutaneus femoris lateralis worden — für den gedachten Zweck weniger geeignet und zudem umständlicher als das oben beschriebene Verfahren.

Bei Erkrankungen der Leistendrüsen ist zur Exstirpation oder zur Inzision und Ausschabung nur dann vollkommene Anästhesie zu erreichen, wenn man in der Lage ist, das ganze Operationsfeld in gesunder Umgebung durch pyramidenförmige Injektion auszuschalten. Oft ist das nicht möglich, wegen diffusen Ödems oder phlegmonöser Beschaffenheit der ganzen Gegend, oder wenn die erkrankten Lymphdrüsen bis in die Fossa ovalis sich erstrecken. Tiefe Injektionen in dieser Gegend sind selbstverständlich nicht zulässig.

Häufig sind aber nur kurze Eingriffe notwendig; dann kann man sich mit einer teilweisen relativen Anästhesierung begnügen, indem man das Operationsfeld subkutan umspritzt oder die Schnittline infiltriert. Noch etwas mehr wird man erreichen, wenn man das Operationsfeld nach der Injektion gründlich abkühlt. Oft genügt auch Abkühlung allein.

Zum Schluß ist noch des S. 183 bereits erwähnten Verfahrens von Crile zu gedenken, unter Infiltrationsanästhesie den Stamm des N. ischiadicus am unteren Rande des M. glutaeus maximus und des N. femoralis unterhalb des Lig. Poupartii freizulegen, in jeden derselben Kokainlösung zu injizieren und dadurch das ganze Bein bis oberhalb des Kniegelenks unempfindlich und zur Ausführung beliebiger Querschnittoperationen geeignet zu machen. Die Bedeutung dieses umständlichen Verfahrens ist ebenso wie auch die der Vollständigkeit wegen oben erwähnte Anästhesierung des ganzen Fußes durch perineurale Injektion oberhalb der Knöchel oder in der Kniekehle gering geworden seit der Einführung der Bierschen Medullaranästhesie. Denn bei komplizierten Operationen an der unteren Extremität, besonders bei Querschnittoperationen, von der Fußwurzel aufwärts kann die Lokalanästhesie in keiner Weise mit der Medullaranästhesie konkurrieren. Letztere ist dann das gegebene Anästhesierungsverfahren, wenn die Narkose vermieden werden muß.

Literaturverzeichnis zum 1.—9. Kapitel.

Handbücher und Monographien.

Braun, Die Leistungen und Grenzen der Lokalanästhesie. (Klinischer Vortrag.) Deutsche med. Wochenschrift 1906. Nr. 1. — Bumm, Über lokale Anästhesierung. Wiener Klinik. 1886. — Corning, Localanästhesia. Newyork 1886. — Dumont, Handbuch der allgemeinen und lokalen Anästhesie 1903. — Hackenbruch, Örtliche Schmerzlosigkeit bei Operationen. Wiesbaden 1897. — Hackenbruch, Witzel und Wenzel, Die Schmerzverhütung in der Chirurgie. München 1906. — Legrand, L'anesthésie locale en chirurgie générale. Paris 1900. — Martin, Die Anästhesie in der ärztlichen Praxis. München 1905. — Matas, The growing importance and value of local and regional anaesthesia in minor and major surgery. Transactions Louisiana State med. Society 1900. — J. Müller, Anästhetica. Berlin 1898. — Reclus, L'anesthésie localisée par la cocaine. Paris 1903. (1. Aufl. 1895.) — Schleich, Schmerzlose Operationen. Berlin 1894. (5. Aufl. 1906.) — Schleich, Über Lokalanästhesie. Deutsche Klinik im 19. Jahrhundert. Berlin 1901. — Schmiz, Zur Geschichte der örtlichen Gefühlslähmung. Diss. Bonn 1905.

I. Kapitel. Geschichte der Lokalanästhesie bis zur Einführung des Kokains.

Adamkiewicz, Chloroform-Kataphorese. Neurolog. Zentralbl. 1886. S 219 u. 497. — Ade, Über lokale Anästhesie bei chirurg. Operationen. Zeitschrift f. Wundärzte und Geburtshelfer 1870. Heft 2. — Aran, Mémoires de l'académie impériale de Med. 19. November 1850. — Bartels, Medizin der Naturvölker 1893. — Beddoes and Watt, Considerations on the medical use and the production of factitious airs. Bristol 1795. — Benjamin Bell s. bei Bidault. — Bidault, Etude sur les premiers essays d'anesthésie chirurgicale. Thèse. Paris 1890. — Binz, Vorlesungen über Pharmakologie. Berlin 1886. S. 7. — Bouisson, Traité théorique et pratique de la méthode anesthésique. Paris 1850. — Broca s. bei Normand-Dufié. — Brown-Séquard, Nouvelles recherches sur la production d'une anesthésie complète au larynx. Compt. rend. de la société de Biologie 1882. S. 649. — Bruns, Handbuch der chirurg. Praxis. Tübingen 1873. — Bygrave s. bei Morel-Lavallée, Gaz. des hôpitaux 1858. S. 140. — Corning, The usefulness of alcohol and chloroform as local anaesthetics. New York, med. Journ. 1885. Bd. 42. S. 353. — Corradi, Del anesthesia e degli anesthetici nelle chirurgia del medio evo. Atti dell' acad. di Bologna. Vol. XIV. 1878. — Czermak, Sitzungsbericht der

kais. Akademie der Wissenschaften. Wien, November 1861. — Desault, Oevres chirurgicales. T. II. 1801. — Ewart, The history of two cases of ulcerated cancer of the mamma. London 1794. — Eulenburg, Die hypodermatische Injektion der Arzneimittel. 3. Aufl. Berlin 1875. S. 158 u. 261. — Felkin, in Bartels Medizin der Naturvölker 1893. — Follin, De l'anestésie locale par le gaz acide carbonique. Archives de médécine 1856. — Foussagrives, Gaz. des hôp. 1858. Nr. 148. — Francis, zitiert nach Bumm. — Friedrich und Knorr, Bayr. ärztl. Intelligenzbl. 1859. Nr. 1. — Gellé, Compt. rend. de la soc. de Biologie. 2. Mai 1884. — Guérin, Gaz. des hôp. 1883. Nr. 47. — Gurlt, Geschichte der Chirurgie. Berlin 1898. Bd. 3. S. 621. — Haeser, Geschichte der Medizin. 3. Aufl. 1895. Bd. 1, S. 606, 782, 801. Bd. 2, S. 966 ff. — Harris, Boston med. and surg. Journ. 1873. — J. Hoffmann, Chloroform-Kataphorese. Neurolog. Zentralbl. 1888. S. 585. — Huette, zitiert nach Lewin. — Ch. Hunter, Brit. med. Journ. 1859. — Husemann, Die Schlafschwämme und andere Methoden der allgemeinen und örtlichen Anästhesie im Mittelalter. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie 1896. Bd. 42. S. 517. — Jarotzky u. Zülzer, Neuere Erfahrungen über subkutane Injektionen. Med. Halle 1861. II. S. 43 (zitiert nach Eulenburg). — Ingenhous, Miscellanea physico-medica. 1794. S. 8. — Juvet s. bei Bidault. — Kappeler, Anästhetica. Stuttgart 1880. — Keppler, Die akute Saponinvergiftung. Berliner klin. Wochenschrift 1878. Nr. 31. — Köhler, Lokale Anästhesierung durch Saponin. Halle 1873. S. 2. — Lewin, Deutsche Klinik 1862. S. 201. — Liégard, De la compression circulaire très exacte des membres au dessus du point malade, avant et pendant l'opération. Mélanges de médicine et de chirurgie pratiques. Caën 1837. — Lisfranc, Médécine operatoire. Paris 1845. — Malgaigne s. bei Bidault, S. 90. — J. Moore, A method of preventing or diminuishing pain in several operations of Surgery. London 1784. — Moricheau-Beaupré, Des effets et des propriétés du froid. Montpellier 1817. — Normand-Dufié, Essay sur l'anesthésie provoquée appliquée aux operations chirurgicales. Montpellier 1858. — Nunneley, The Lancet. Juli 1848. Edinb. med. Journal, Oktober 1849. — Nußbaum, Anästhetica in Pitha-Billroths Handbuch der Chirurgie. Erlangen 1867. — Paré, Oeuvres. Paris 1840. T. II. S. 22. — Parisot, Gaz. des hôp. 1863. Nr. 95, 96, 99. — Paschkis und Wagner, Chloroform-Kataphorese. Neurolog. Zentralbl. 1886. S. 413. — Pelikan, Berliner klin. Wochenschr. 1867. — Percival s. bei Bidault, S. 79. — M. Perrin et L. Lallemand, Traité d'anesthésie chirurgicale. Paris 1863. — Plinius secundus, Historia naturalis lib. XXV c. 94. — Porter Smith, Chinese materia medica. London 1871 (zitiert nach Köhler). — Prosper Alpinus, De medecina Aegyptiorum lib. IV c. 2. — lib. III. c. 12. Venet. 1591. — Richardson, On voltaic narcotism. Med. Times and. Gaz. 12. Februar u. 25. Juni 1859. — 3. Februar 1866. — Richardson, Physical therapeutics, med. Times and Gaz. 23. September 1877. — Roßbach, Eine neue Anästhesierungsmethode des Kehlkopfs. Wiener med. Presse 1880. Nr. 40. — Rottenstein, Med. Zentralztg. 1858. Nr. 72. — Sansom, Chloroform, its action and administration. London 1865. S. 2. — Scheff, Allgem. Wiener med. Ztg. 1875. Nr. 33, 34. — Schroetter, Bericht der Naturforscherversammlung in Graz 1875. — Schumann, Ephemerides Germ. II. 8 (zitiert nach Bumm). — Simpson, Localanästhesia. Lancet 1848. II. S. 39. — Skinner, Brit. med. Journ. Juli 1858. — Suerssen, Med. Zentralztg. 1858. Nr. 73, 74. —

Van Swieten s. bei Bidault. — Theden s. bei Bidault. — Thomas Bartholinus, De nivis usu medico. Haffniae 1661. — Tobold, Schmidts Jahrbücher 1871. Bd. 151. S. 203. — Türck, Allgem. Wiener med. Ztg. 1866. Nr. 31. Klinik der Krankheiten des Kehlkopfs und der Luftröhre. Wien 1866. — Velpeau, Médécine opératoire. Paris 1839. — Walker, Brit. med. Journ. April 1865. — Walker, Med. Times. 19. März 1859. — Wittmeyer, Über Anästhesie. Deutsche Klinik 1862. Nr. 19—21, 24, 27, 30, 31. — Wood, Edinb. med. and surg. Journ. April 1855. — Wutzer, Rheinische Monatsschr. März 1851. (Nach Wittmeyer.) — Zawerthal, La prattica dell' anesthesia locale nelle operazioni endo-laryngee. Riv. chir. di Bologna. Januar 1879.

2. Kapitel. Sensibilität und Schmerz. Anästhesie und Anästhesierungsmethoden.

Bier, Die Entstehung des Kollateralkreislaufs. Virchows Archiv. Bd. 147. u. 158. — Bloch, Bidrag til Belysning af Spörgsmaalet: Om Indskränkning i Anvendelsen af general Anästhetisering. Bibliothek for Laeger. Kjöbenhavn 1898. — Bloch, Om Indskränkning i Anvendelsen af Inhalationsanästhesi. Nord. med. Arkiv 1899. Nr. 33. — Bloch, Sur l'emploi plus restreint de l'anesthésie générale et quelques remarques sur la sensibilité des différents tissus du corps humain. Revue de Chirurgie 1900. Nr. 1. — von Frey, Die Gefühle und ihr Verhältnis zu den Empfindungen. Leipzig 1894. — von Frey, Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Leipzig 1896. — Garré, Die chirurg. Behandlung der Lungenkrankheiten. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie. Bd. 9. S. 327. — Goldscheider, Über den Schmerz. Berlin 1894. — Goldscheider, Gesammelte Abhandlungen. Bd. 1. Physiologie der Hautsinnesnerven. Leipzig 1898. — Haller, Mémoire sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. Lausanne 1756—1760. — Haller, Elementa Physiologiae 1757—1766. (Zitiert nach Lennander.) — Lennander, Über die Sensibilität der Bauchhöhle und über lokale und allgemeine Anästhesie bei Bauch- und Bruchoperationen. Zentralbl. f. Chirurgie 1901. Nr. 8. — Lennander, Beobachtungen über die Sensibilität der Bauchhöhle. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie 1902. Bd. 10. Heft 1—2. — Lennander, Weitere Beobachtungen über Sensibilität in Organ und Gewebe. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1904. Bd. 73. S. 297. — Lennander, Über lokale Anästhesie und über Sensibilität in Organ und Gewebe. Mitteilungen aus den Grenzgebieten 1906. Bd. 15. Heft 5. — Montfalcon, Dictionnaire des sciences médicales. T. 37. Artikel Opération. Paris 1813. S. 403. (Zitiert nach Bloch.) — Piorry, Dictionnaire des sciences médicales. T. 51. Artikel Sensibilité. Paris 1821. (Zitiert nach Bloch.) — Schleich, Über den Schmerz. Therapie der Gegenwart. März 1902. — Steinhäuser, Experimenta nonnula de sensibilitate et functione intestini crassi. Lipsiae 1831. (Zitiert nach Weber.) — Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. Leipzig 1904. — E. H. Weber, In Wagners Wörterbuch der Physiologie 1846. Artikel Tastsinn und Gemeingefühl.

3. Kapitel. Die schmerzstillende Wirkung der Nervenkompression und der Anämie.

Billroth, Wiener med. Wochenschr. 1873. Nr. 29. — Boeri et Silvestro, Sur la mode de se comporter des différentes sensibilités sous l'action des divers

agents. Archives italiennes de Biologie. Bd. 31. S. 460. — Braun, Regionäre Anästhesie und Blutleere. Zentralbl. f. Chir. 1898. Nr. 43. — Bruns, Archiv für klin. Chirurgie. Bd. 29. S. 680. — Chauvel, Archives générales de méd. Juni bis August 1875. — Ehrlich und Brieger, Über die Ausschaltung des Lendenmarkgrau. Zeitschr. für klin. Medizin 1884. Bd. 7. Suppl. S. 155. — Ewald, Archiv für die ges. Physiologie 1869. Bd. 2. — Esmarch, Über künstliche Blutleere. Archiv für klin. Chir. Bd. 17. S. 294. — Fischer, Verhandlungen des dritten deutschen Chirurgenkongresses 1874. — Iversen, Künstliche Ischämie bei Operationen. Diss. Kiel 1873. — Kappeler, Anästhetica. S. 112. — Karewski, Hat die künstliche Blutleere anästhesierende Wirkungen? Therapeut. Monatshefte 1888. S. 168. — Katzenstein, Über Unterbindung der Aorta. Archiv für klin. Chir. Bd. 76. S. 608. — Kofmann, Blutleere als Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1898, Nr. 40 u. 1899, Nr. 7. — Krieshaber, Gaz. méd. de Paris 1874. S. 293, 307. — Le Fort, Gaz. des hôp. 1874. Nr. 103. — Lüderitz, Versuche über die Einwirkung des Drucks auf die sensiblen und motorischen Nerven. Zeitschr. für klin. Medizin 1880. II. S. 97. — Neuber, Untersuchungen und Erfahrungen über künstliche Blutleere. Diss. Kiel 1878. — Nicaise, Gaz. méd. de Paris 1874. S. 209 u. 307. — Ranke, Die Lebensbedingungen der Nerven. Leipzig 1868. — Riedinger, Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 7. S. 476. — Schiffer, Über die Bedeutung des Stensonschen Versuchs. Zentralbl. für die medizin. Wissenschaften 1869. Nr. 37, 38. — Schiffer, Erhaltung der Nervenerregbarkeit nach Unterbrechung der Blutzufuhr. Berliner klin. Wochenschr. 1872. Nr. 29. — Schlesinger, Über Sensibilitätsstörungen bei akuter lokaler Ischämie. Deutsche Zeitschr. für Nervenheilk. Bd. 29. S. 375. – Singer, Wiener Akademieschriften. Bd. 96. Nov. 1887. — Spronck, Archives de physiologie norm. et pathol. 1888. — Stockes, Dublin Press and Circular 1879. S. 248. — Verneul, Gaz. des hôp. 1874. Nr. 103. — Weil, Der Stensonsche Versuch. Diss. Straßburg 1873. — Wolzendorff, Eulenburgs Realenzyklopädie. Artikel Blutleere.

4. Kapitel. Die Anästhesierung durch Kälte.

Arnott, On cold as a means of producing local insensibility. Lancet 1848. II. S. 98 u. 287. — Bailly, Nouveau procédé de réfrigération locale par le chlorure de méthyle. Gaz. hebd. 1888. Nr. 5. — Baudouin, Chlorure d'éthyle comme anesthésique locale. Progrès méd. 1892. — Berger, Bromäthyl als Lokalanästheticum. Breslauer ärztl. Zeitschr. 1883. Nr. 8. (Nach. Bumm.) — Bernard, Anesthésie locale par le sulfure de carbone. Gaz. méd. 1874. S. 27. — Bigelow, Gaz. hebd. 1866. Nr. 23. — Bloch, Om Indskränkning i Anvendelse af Inhalationsanästhesi. Nordiskt med. Arkiv 1899. Nr. 33 und Bibliothek for Laeger 1898. — Boeri et Silvestro, Sur la mode de se comporter des différentes sensibilités sous l'action des divers agents. Archives italiennes de biologie. Bd. 31. S. 460. — Braatz, Zur Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1895. Nr. 26. — Bumm, Über lokale Anästhesierung. Wiener Klinik 1886. — Cardenal, Une découverte du Dr. Letamendi sur l'anesthésie locale. Archives de physiologie norm. et pathol. 1875. Bd. 5. S. 769. — Debove, Traitement de la sciatique par la congélation. Société méd des hôp. August 1884. — Delcominète, Gaz. des hôp. 1866. Nr. 45. — Ehrmann, Äthylchlorid als Lokalanästheticum in der Dermatotherapie. Wiener med. Wochenschr. 1892. Nr. 26. — Feiber, Chlormethyl als lokales Anästheticum. Berliner klin. Wochenschr.

1889. Nr. 5. — Fratscher, Kontinuierliche und langsame Nervenreizung. Jenaische Zeitschr. für Naturkunde. Bd. 11. S. 481. — Galeczowski, De l'anesthésie locale dans la chirurgie oculaire. Recueil d'ophthalmologie 1876. S. 93. — Gans, Über Äthylchlorid. Therapeut. Monatshefte 1893. S. 113. — Gendre, Einfluß der Temperatur auf einige tierisch-elektr. Erscheinungen. Pflügers Archiv Bd. 34. S. 422. — Giraldès, Artikel „Anesthésie chirurgicale" in Nouveau dictionnaire de médécine et de chirurgie. Paris 1865. — Girard, Zur Erleichterung der Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1874. Nr. 2. — Grützner, Über verschiedene Arten der Nervenerregung. Pflügers Archiv Bd. 17. S. 215. — Guérard, Gaz. des hôp. 1854. S. 88. — von Hacker, Zur lokalen Anästhesie. Wiener klin. Wochenschr. 1893. — Hattyasi, Versuche mit Äthylchlorid. Pester medizin.-chirurg. Presse 1892. Nr. 22. — Heinzmann, Über die Wirkung allmählicher Änderungen thermischer Reize. Pflügers Archiv Bd. 6. S. 222. — Herzog, Neue Zeitung für Medizin 1850. (Nach Bumm.) — Husemann, Virchow-Hirsch Jahresberichte 1866. I. S. 344 u. 1867. I. S. 501. Anästhesierung durch Kälte. — Illich, Med. Ztg. Rußlands 1852, Nr. 55 u. 1853, Nr. 15. (Nach Bumm.) — Kümmell, Über Narkose und lokale Anästhesie. Festschrift zum 80jährigen Stiftungsfest des ärztl. Vereins Hamburg. Leipzig 1896. — Lauenstein, Die lokale Anästhesie durch Äther. Zentralbl. für Chir. 1880, S. 497. — von Lesser, Demonstration zur lokalen Anästhesierung. Deutscher Chirurgenkongreß 1881. — Létang, Note sur un nouveau procédé d'anesthésie locale. Thèse Paris 1894. — Letamendi, Un pas vers la résolution du problème de l'anesthésie locale. Barcelona 1895. — Num, Lancet. August 1850. — Redard, Chloräthyl als Lokalanästheticum. La semaine médicale 1891. S. 133. — Richardson und Greenhalgh, Med. Times 1866. — Richet, Anesthésie localisée. Gaz. des hôp. 1854. S. 251, 263, 267 und Bull. de la société de chirurgie. Bd. IV. S. 519. — Richardson, Med. Times 1866. (Verschiedene Artikel.) — Rosenthal, Experimentelle und praktische Beiträge zur Einwirkung der Lokalanästhesie auf das Nervensystem. Österr. Zeitschr. für Heilkunde 1867. S. 373. — Roßbach, Eine neue Anästhesierungsmethode des Kehlkopfs. Wiener med. Presse 1880. Nr. 40. — Rottenstein, Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Frankfurt a. M. 1867. S. 43. — Scheller, Reines Äthylchlorid als örtliches Anästheticum und Antineuralgicum. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1891. Heft 5. — Simonin, Gaz. méd. de Paris 1866. Nr. 11. (Nach Bumm.) — Spencer Wells, Med. Times 1866. — Terillon, Anesthésie locale et générale produite par le bromure d'éthyle. Gaz. méd. de Paris 1880. Nr. 22. — Terillon, Monod, Perrier (1880), nach Legrand. S. 43. — Velpeau, Bull. de l'académie de méd. Bd. 15. S. 85. — Warren, Surgical observations. Boston 1867. — Wiesendenger, Flüssige Kohlensäure als Lokalanästheticum. Journ. für Zahnheilkunde 1891. Nr. 21. — Wittmeyer, Über Anästhesie. Deutsche Klinik 1852. Nr. 19.

5. Kapitel. Quellungs- und Schrumpfungsanästhesie.

Biberfeld, Über die Druckverhältnisse in der Schleichschen Quaddel. Archives internation. de pharmacie et de thér. Bd. 6. Heft 5, 6. — Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chir. 1898. Bd. 57. — Burney Yes, Brit. med. Journ. 4. Dez. 1875. — Bussenius, Lokale Anästhesie bei Tieren. Diss. Berlin 1888. — Custer, Bei-

trag zur Infiltrationsanästhesie. Diss. Bern 1896. — Dreser, Über Diurese und ihre Beeinflussung durch pharmakologische Mittel. Zeitschr. für physikal. Chemie. Bd. 2. — Emmerich, Die Einwirkung verunreinigten Wassers auf die Gesundheit. Zeitschr. für Biologie. Bd. 14. S. 563. — Falck, Welchen Einfluß übt die subkutane Injektion von Wasser auf den tierischen Organismus? Pflügers Archiv. Bd. 19. S. 419. — Falck, Ein Beitrag zur Physiologie des Wassers. Zeitschr. für Biologie. Bd. 8. S. 398. Bd. 9. S. 171. — Gant, Sterile water anaesthesia in the operative treatment of anorectal disease. New York, med record. 29. Oktober 1904. — Griffith, British med. Journ. 1875. — Halsted, Water as a local Anaesthetic. New York med. Journ. 1885. Bd. 42. S. 326. — Hamburger, Die physiologische Kochsalzlösung und die Volumbestimmung der körperlichen Elemente im Blut. Zentralblatt für Physiol. Bd. 7. S. 161. — Hamburger, Über den Einfluß chemischer Verbindungen auf Blutkörperchen im Zusammenhang mit ihren Molekulargewichten. Archiv für Anatomie und Physiologie, physiol. Abteilung 1886. S. 476. 1887 Suppl. S. 31; ferner Zeitschr. für physikal. Chemie 1890, Bd. 6 und zahlreiche andere Arbeiten über dasselbe Thema. — Hedin, Skandin. Archiv für Physiologie. Bd. 2. S. 134, 360. Zeitschr. für physikal. Chemie. Bd. 17. S. 164. — Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. — Koeppe, Physiologische Kochsalzlösung, Isotomie, osmotischer Druck. Pflügers Archiv. Bd. 65. S. 492. — Koranyi, Untersuchungen über den osmotischen Druck tierischer Flüssigkeiten. Zeitschr. für klin. Medizin. Bd. 33, 34. — Lafitte, L'Union 1875. Nr. 113, 114, 119. — Lelut, L'Union 1875. Nr. 118. — Liebreich, Über lokale Anästhesie. Verhandlungen des 7. Kongresses für innere Medizin 1888. S. 249. — Lebküchner, zitiert nach Hamburger. — Nasse, Pflügers Archiv. Bd. 2 (1869) und Bd. 11 (1875). — Schleich, Deutsche Medizinalztg. 1891. Nr. 4 und Nr. 66. — Schnitzler und Ewald, Zur Kenntnis der peritonealen Resorption. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 41. S. 341. — De Vries, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Pringsheims Jahrbuch der wissenschaftl. Botanik 1884. Bd. 14. Zeitschr. für physikal. Chemie. Bd. 2. S. 415. — Winter, Compt. rend. Bd. 121. S. 696.

6. Kapitel. Indifferente und differente Substanzen. Resorption und örtliche Vergiftung. Prüfungsmethoden, allgemeine Eigenschaften und Anwendungsformen örtlich anästhesierender Mittel.

Asher, Zeitschr. für Biologie 1893. S. 247. — Bernstein und Ranke, Zentralbl. für die medizin. Wissenschaften 1867. Nr. 3 u. 14. — Braun, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 57. Heft 2. — Bussenius, Lokale Anästhesie bei Tieren. Diss. Berlin 1888. — O. Cohnheim, Über Resorption aus dem Dünndarm und der Bauchhöhle. Zeitschr. für Biologie. Bd. 37 (19. N. F). S. 443. — Cohnstein, Über Resorption in der Bauchhöhle. Zentralbl. für Physiol. 1895. Bd. 9. S. 401. — Corin, Recherches sur les rapports existants entre la composition chimique et les propriétés physiologiques des poisons de la série de la cocaine. Travaux du laborat. de l'université de Liège. Nach Virchow-Hirsch, Jahresberichte 1894. I. S. 419. — Ehrlich, Studien in der Kokainreihe. Deutsche med. Wochenschr. 1890. S. 717. Einhorn, Chemie der lokalen Anästhetica. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 37. (Verhandlgn. des ärztl. Vereins zu

München.) — Filehne, Über die lokalanästhesierende Wirkung von Benzoylderivaten. Berliner klin. Wochenschr. 1887. S. 107. — Gradenwitz, Messungen der spezifischen lokalanästhesierenden Kraft einiger Mittel. Diss. Breslau 1898 und Deutsche med. Wochenschr. 1899. Nr. 4. — Grützner, Über die chemische Reizung sensilber Nerven. Pflügers Archiv. Bd. 53 u. 58. Deutsche med. Wochenschr. 1893. S. 976. — Hamburger, Die Regelung der osmotischen Spannung von Flüssigkeiten in Bauch- und Pericardhöhle. Du Bois Raymonds Archiv für Physiol. 1895. S. 281. Zentralbl. für Physiol. 1895. Bd. 9. S. 484. — Heidenhain, Bemerkungen und Versuche betreffend die Resorption in der Bauchhöhle. Pflügers Archiv 1895. Bd. 62. S. 320. — Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. — Höber, Über Konzentrationsänderungen bei der Diffusion zweier gelöster Stoffe gegeneinander. Pfügers Archiv 1899. Bd. 74. S. 225. — Klapp, Über Bauchfellresorption. Mitteilgn. aus den Grenzgebieten der Medizin u. Chir. Bd. 10. Heft 1, 2. — Klapp, Über parenchymatöse Resorption. Archiv für experiment. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 47. S. 86. — Krönig und Paul, Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. Zeitschr. für Hygiene u. Infektionskrankh. 1897. Bd. 25. — Kunowski, Die ätherischen Öle als Anaesthetica dolorosa. Diss. Berlin 1888. — Liebreich, Über lokale Anästhesie. Verhandlgn. des 7. Kongresses für innere Medizin 1888. S. 249. — Legrand, Anesthésie locale. Paris. 1900. S. 156. — Loewy und Müller, Zur Kenntnis der anästhesierenden Wirkung des Yohimbins. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 15. — Longet, Bull. de l'académie de médecine de Paris 1847. — Magendie, Vorlesgn. über organische Physik 1836. Bd. 5. S. 16. — Müllerheim, Beitrag zur Wirkung der Anaesthetica dolorosa. Diss. Berlin 1888. — Munk, Zur Kenntnis der interstitiellen Resorption wasserlöslicher Substanzen. Du Bois Raymonds Archiv für Physiol. 1895. S. 387. — Orlow, Einige Versuche über Resorption in der Bauchhöhle. Pflügers Archiv. Bd. 59. S. 170. — Pototzky, Versuche zur Auffindung neuer Lokalanästhetica. — Recke, Vergleichende experimentelle Untersuchgn. lokalanästhesierender Mittel. Diss. Leipzig 1903. — Starling und Tubby, Journ. of physiol. 1894. Bd. 16. Nr. 1 u. 2. — Vinci, Über die Wirkung des Eukains und einiger dem Eukain homologer Körper in Beziehung zu ihrer chemischen Konstitution. Virchows Archiv. Bd. 154. S. 549.

7. Kapitel. Die örtlich anästhesierenden Arzneimittel.

1. Kokain.

Aducco, Sur l'existence et sur la nature du centre respiratoire bulbaire. Archives italiennes de Biologie. Bd. 13. S. 89. — Aducco, Azione più intensa della cocaïne quando se ne ripete la somministrazione a breve distanza. Giorn. R. Accad. di Torino. April 1893. — Albertoni, Wirkung des Kokains auf die Kontraktilität des Protoplasmas. Pflügers Archiv. Bd. 48. Heft 7 und 8. 1891. — Alms, Wirkung des Kokains auf periphere Nerven. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abteilung 1886. Supplementband. S. 293. — v. Anrep, Über die physiologischen Wirkungen des Kokains. Pflügers Archiv. Bd. 21. 1879. — Arloing, Sur quelques points de l'action physiologique de la cocaïne. Lyon méd. Nr. 20. S. 79. 1885. — Auber, La cocaine en chirurgie.

Paris 1892. — Baillet, De l'employ de la cocaine dans le traitement de l'hydrocéle par la teinture jodée. Thèse. Paris 1887. — Baracz, Zur lokalen Kokainanästhesie. Wiener medizin. Wochenschrift. Nr. 33 und 34. 1880. — Berger, Empoisonnement mortel produit par l'injection d'une solution de chlorhydrate de cocaïne dans la tunique vaginale à la suite de la ponction d'une hydrocèle. Bull. de la Société de chirurgie. 1891. S. 751. Diskussion: S. 756. 761. 794. — Bergmann, Ein Fall von akuter Kokainvergiftung. Münchener med. Wochenschr. 1900. Nr. 12. S. 392. — Bettelheim, Ein Fall von Kokainvergiftung. Wiener med. Presse 1889. Nr. 12. — Bignon, Sur les propriétés anesthésiques de la cocaine. Bull. de thér. 29. Februar 1892. S. 170. — Bolognesi et Touchard, Les nouveaux remèdes 1899. S. 49. — Bosworth, A new therapeutic use for cocaine. New York med. Record 1884. S. 533. — Bousquet, Accidents locaux produits par les injections hypodermiques de cocaine. Bull. de chirurgie 1890. S. 297. — Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chirurgie. Bd. 57. Heft 2. — Brouardel, Intoxication par le cocaïne. Annales d'hyiène. September 1905. — Burdel, Kokain bei Hydrozelenoperationen. Union méd. 1. August 1886. — Charpentier, Société de Biologie de Paris. 24. Dezember 1884, 11. Januar, 7. Februar, 14. Mai 1885. — Conway, Cocaine as an anaesthetic in fractures and dislocations. New York med. Journ. 1885. Bd. 42. S. 632. — Corin, Recherches sur les rapports existant entre la composition chimique et les propriétés physiologiques des poisons de la série de la cocaïne. Travaux du Labor. de l'Université de Liège 1894. S. 165. — Corning, On the prolongation of the anaesthetic effects of the hydrochlorate of cocaine when subcutaneously injected. New York. med. Journ. 1885. II. S. 317. — Corning, Spinal anaesthesia and local medication of the cord. New York. med. Journ. 1885. II. S. 483. — Corning, Prolonged local anaesthetization by incarceration of the anaesthetic fluid in the field of operation. Employment of cocaine solutions of low percentage. New York med. Journ. 1886. S. 12. — Conway, Cocaine as a anaesthetic in fractures and dislocations. New York med. Journ. 1885. II. S. 832. — Costa, Über Kokainanästhesie. Ligur. Ärztekongreß. San Remo 1896. Referat im Zentralbl. für Chir. 1897. S. 252. — Coupard et Borderau, Comptes rendues de la société biologique 1884. S. 633. — Custer, Kokain und Infiltrationsanästhesie. Basel 1898. — Czerny, Ein Fall von Kokainvergiftung. Beitr. zur klin. Chir. Bd. 39. Supplementheft. — Danilewski, Über die physiologische Wirkung des Kokains auf wirbellose Tiere. Pflügers Archiv 1892. Bd. 51. S. 446. — Dastre, Les anesthésiques. Paris 1890. — Decker, Beiträge über die anästhesierende Wirkung des Kokains. — Delbosc, De la cocaïne et de ses accidents. Etude experiment. et chimique. Thèse. Paris 1889. — Demarle, Essay sur le coca de Perou. Paris 1862. — Dubac, Ann. des maladies des org. génitourinaires 1887. S. 432. (Kokain bei Hydrozele.) — Dufour, Ribault, A propos de la stérilisation des solutions de cocaïne. Revue française de médecine et de chirurgie. — Dujardin Beaumez, Des anesthésiques locaux. Bull. gén. de thérapeutique. 30. Dezember 1885. — Dumont, Über den gegenwärtigen Stand der Kokainanalgesie. Wiesbaden 1890. — Durduff, Zur physiologischen Wirkung des Kokains. Deutsche med. Wochenschr. 1887. Nr. 9. S. 172. — Ehrlich, Studien in der Kokainreihe. Deutsche med. Wochenschr. 1890. Nr. 32. S. 717. — Ewald, Archiv für die gesamte Physiologie 1869. Bd. 2. —

Fauvel, De la coca. Paris 1869. — Fauvel, De l'anesthésie produite par le chlorhydrate de cocaïne sur la muqueuse pharyngienne et laryngienne. Gaz. des hôp. 1884. Nr. 134. S. 1067. — Falk, Kokainvergiftungen. Therapeutische Monatshefte 1890. S. 511, 642. — Feinberg, Zur Kokainwirkung. Berliner klin. Wochenschr. 1886. Nr. 4. S. 52. — Feinberg und Blumenthal, Weitere Mitteilungen zur physiologischen Kokainwirkung. Berliner klin. Wochenschr. 1887. Nr. 10. S. 166. — Felizet, s. bei Berger. — Filehne, Die lokal anästhesierende Wirkung von Benzoylderivaten. Berliner klin. Wochenschr. 1887. Nr. 7. S. 107. — Fleischer, Über die Einwirkung des Kokainum muriaticum auf das Nervensystem und den tierischen Stoffwechsel. Deutsches Archiv für klin. Medizin 1887. Bd. 42. S. 82. — Fraenkel, Über Kokain als Mittel zur Lokalanästhesie der Schleimhäute. Breslauer ärztl. Zeitschr. 1884. Nr. 24. S. 289. — François-Franck, Action paralyante locale de la cocaïne sur les nerfs et les centres nerveux. Arch. de physiol. 1892. Nr. 3. S. 562. — François-Franck, Applications à la physiologie normale et pathologique de la perte temporaire d'activité des tissus par la cocainisation locale. Compt. rend. T. CXIV. 1892. Nr. 18. S. 1040. — Gauthier, Des moyens de rendre inoffensive l'analgésie cocainique. Union méd. 7. Oktober 1893. S. 488. — Gaz. des hôp. 1893. Nr. 108. S. 1023. — Geißler, Über Kokain als lokales Anästheticum. Schmidts Jahrbücher. Bd. 205. S. 89—101. Literaturübersicht. — Gluck, Berliner klin. Wochenschr. 1887. Nr. 8. — Glück, The prevention of the toxic effect of cocain. Brit. med. Journ. 5. Juli 1890. — Goldscheider, Die Wirkungen des Kokains und anderer Anästhetica auf die Sinnesnerven der Haut. Monatshefte für prakt. Dermatol. 1886. Bd. 5. Nr. 2. — Guitton, Accidents cocainiques évités par la trinitrine. Thèse, Bordeaux 1893. — Helmsing, Über den Nachweis des Kokains im Tierkörper. Diss. Dorpat 1886. — Herrenheiser, Prager med. Wochenschr. 1896. Nr. 46. — Herzog, Über die Wirkung des Kokains auf die Haut. Münchener med. Wochenschr. 1886. Nr. 13. S. 222. — Hobbs, The uses and abuses of cocaine with reference to mucous membranes especially. Philadelphia Rep. 23. Oktober 1892. S. 641. — Hoffmann, Über Kokain zur Erzeugung lokaler Anästhesie bei kleinen chirurgischen Operationen. Deutsche med. Wochenschr. 1886. S. 912. — Husemann, Pentzold und Stintzings Handbuch der spez. Therapie. 1895. Bd. 2. S. 311. — Hussla, Das Kokain und dessen Anwendung. Diss. Würzburg 1890. — Jaboulay, Action locale et générale de la cocaïne. Lyon méd. 1901. Nr. 7. — Jellinek, Lokale Anästhesie des Pharynx und Larynx. Wiener med. Blätter 1884. Nr. 39. Wiener med. Wochenschr. 1884. Nr. 48—49. — Johnson, The London medical recorder 1888. I. S. 439. — Knapp, New York med. record. 1884. S. 461. — Knapp, Cocaine and its use in ophthalm. and general surgery. With supplementary contributions of F. A. Bosworth, R. J. Hall, E. L. Keyser, H. Knapp and W. Polk. Wiesbaden 1885. — Kochs, Über die Wirkung des Kokains auf frei präparierte gemischte Nervenstränge. Zentralblatt für klin. Medizin 1886. S. 793. — Kochs, Die Wirkung der Nervengifte auf frei präparierte Nervenstämme. Zentralbl. für klin. Medizin 1886. S. 889. — Kohlhardt, Über Entgiftung des Kokains im Tierkörper. Verhandlungen des deutschen Chirurgenkongresses 1901. S. 644. — Königstein, Über das Cocainum muriaticum in seiner Anwendung in der Okulistik. Wiener med. Presse 1884. Nr. 42, 43. S. 1339, 1365. — Koller, Vorläufige Mitteilung über lokale Anästhesierung im Auge. 16. Ophthalmologenkongreß. Heidelberg 1884. — Koller,

Über Verwendung des Kokains zur Anästhesierung am Auge. Wiener med. Wochenschr. 1884. Nr. 43, 46. — Kummer, De l'anesthésie locale par injection de cocaine. Revue de la Suisse romande 1890. S. 85. — Laborde, Sur l'action physiologique de la cocaine. Comptes rend. hebd. de la société de biologie. Oktober 1887. — Laffont, Sur l'action physiologique de la cocaine. Comptes rend. de l'académie des Sciences 1887. S. 1280. — Landerer, Lokale Anästhesie mit subkutanen Kokaininjektionen. Zentralbl. für Chir. 1885. Nr. 48. S. 841. — Latte, Über die nach Kokaingebrauch beobachteten akuten Intoxikationen. Diss. Berlin 1889. — Legrand, Bulletin de thérap. 8. Februar 1899. — Legrand, Société de thérap. Februar 1899. (Sterilisation von Kokainlösungen.) — Lewin, Nebenwirkungen der Arzneimittel. Berlin 1893. — Liebreich, Zur Kenntnis des Kokains. Therapeut. Monatshefte. November 1880. S. 510. — Link, Zur Frage der lokalen Kokainanästhesie. Wiener Wochenschr. 1888. Nr. 51. S. 1702. — Lossen, Annalen der Chemie und Pharmazie. Bd. 121 und 133. — Lublinski, Deutsche med. Wochenschr. 1884. Nr. 50. — Mannheim, Über das Kokain und seine Gefahren in physiologischer, toxikologischer und therapeutischer Beziehung. Eine literarische Studie. Zeitschr. für klin. Medizin 1890. Bd. 18. Heft 3 und 4. S. 380. — Mattisson, Kokainvergiftung. Philadelphia Rep. 24. Oktober 1891. — Maurel, Recherches sur les causes de la mort par la cocaine. Bulletin de thér. 15. März 1892. S. 201. — Maurel, Cocaine, ses propriétés toxiques et thérapeutiques. Paris 1895. — Meltzer und Langmann, Wird Strychnin durch lebende tierische Gewebe entgiftet? Zentralbl. für innere Medizin 1900. Nr. 1. — Miculicz, Methoden der Schmerzbetäubung. Deutscher Chirurgenkongreß 1901. S. 568. — Moreno y Mayz, Recherches chim. et physiol. sur l'Erythroxylon coca de Perou et la cocaine. Thèse. Paris 1868. — Mosso, Über die physiologische Wirkung des Kokains. Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie 1887. Bd. 23. — Mosso, Über die physiologische Wirkung des Kokains. Pflügers Archiv 1890. Bd. 47. — Niemann, Über eine neue Base in den Kokablättern. Diss. Göttingen 1860 und Annalen der Chemie und Pharmazie. Bd. 114. — Nevinny, Das Kokablatt. Wien 1886. — Parker, The prevention of cocain poisoning and resorcin. Brit. med. Journ. 30. August 1890. — Percy, Medical Record. 2. Dezember 1857. — Pernice, Über Kokainanästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1890. Nr. 14. S. 287. — Pöppig, Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrom. Leipzig 1836. — Pouchet, Leçons de pharmacodynie. Paris 1899. — Poulsson, Beiträge zur Kenntnis der pharmakologischen Gruppe des Kokains. Archiv für experiment. Path. 1890. Bd. 27. Heft 4 und 5. S. 300. — Reclus und Wall, Sur la cocaine en chirurgie. Rev. de chir. 16. Februar 1889. — Reclus, L'anesthésie locale par la cocaïne. Gaz. hebdom. 1890. Nr. 13. — Reclus, Les accidents de la cocaïne. Sem. méd. 1893. Nr. 31. S. 244. — Reclus (Hérissey), Stérilisation des solutions de cocaine. Bulletin et mém. de la société de Chirurgie 1901. Nr. 8. — Reclus, L'anesthésie localisée par la cocaïne. Paris 1903. — Ricke, Über Intoxikationserscheinungen des Kokains bei Anwendung desselben auf Schleimhäute. Diss. Würzburg 1889. — Roberts, New York med. record, 17. Oktober 1885. New York med. Journ. Bd. II. 1885. S. 460. — Robson, The use of cocaine in major operations. Brit. med. Journ. 6. November 1886. — Scheppegrell, The abuse and dangers of cocaine. Med. News 1898. Nr. 14. — Scherzer, Reise der österreichischen Fregatte „Novarra" um die Erde 1857—59. Wien 1865. — Schilling, Kokainvergiftung und Gegen-

gift. Bayerisches ärztl. Intelligenzbl. 1885. S. 793. — Schroff, Zeitschrift der Gesellschaft Wiener Ärzte 1862. — Saglia, La coca, ses applications thérapeutiques. Gaz. des hôp. 1877. — Sidler-Huguenin, Über die Einwirkung der Sterilisationsverfahren auf Kokainlösungen und über die beste Methode, Kokain- und Atropinlösungen steril aufzubewahren. Korr.-Bl. für Schweizer Ärzte 1900. Nr. 6, 7. — Sighicelli, Arch. ital. de Biol. 1886. Bd. 7. S. 128. — Snell, Beitrag zur Kenntnis der Wirkung des Kokains. Diss. Kiel 1891. — Soulier und Guinard, Contribution à l'étude des effets excitomoteurs et convulsivants de la cocaine. Lyon méd. 1898. Nr. 31. S. 465. — Spillmann, Contribution à l'étude de quelques procédés d'anesthésie par la cocaine dans le traitement par l'injection jodée. Thèse. Paris 1889. — Strauß, Über lokale Gangrän nach Kokaininjektionen. Diss. Würzburg 1889. — Stuver, Cocaine and antipyrine combined in the treatement of obstinate vomiting, and as a local anaesthetic for minor surgical operations. Medical News. 6. September 1890. — Thiéry, Gaz. méd. de Paris 1887. Nr. 18, 19. (Hydrozelenoperation.) — Thomas, Revue de laryngologie et de rhinologie 1893. Nr. 20. — Toccaille de Larabrie, De l'anesthésie locale par le cocaine dans le traitement de l'hydrocèle par l'injection jodée. Thèse de Paris 1895. — Torsellini, Sull' azione anestetica della cocaina. Annali di chim. med. farmac. 1885. S. 183. — Trzebicki, Wiener med. Wochenschr. 1891. Nr. 38. — Tschudi, Reiseskizzen aus Peru in den Jahren 1838 und 1842. St. Gallen 1896. — Tuffier, De la stérilisation des solutions de cocaine. La presse médicale 1901. Nr. 15. — Tuffier et Reclus, Stérilisations des solutions de cocaine. Bull. et mém. de la société de Chir. 1901. Nr. 8. — Verchère, La France médicale 1885. Nr. 111, 112. — Vulpian, Expériences sur le chlorhydrate de cocaïne. Compt. rend. T. 49. 1884. Nr. 20, 21. S. 836, 885. — Wagner, Eine Methode, durch Kokain Hautanästhesie zu erzeugen. Wiener med. Blätter 1886. Nr. 6. S. 161. — Wedell, Voyage dans le Nord de la Bolivia et dans les parties voisins de Pérou. Paris 1853. — Weigand (Braun), Über akute Kokainvergiftungen. Diss. Leipzig 1897. — Wiechowski, Über das Schicksal des Kokains und Atropins im Tierkörper. Archiv für experiment. Pathologie und Pharmakologie 1901. Bd. 46. Heft 1. — Wöhler, Annalen der Chemie und Pharmazie 1860. Bd. 114. — Witzel, Kokainanästhesie. Deutsche Zahnheilkunde 1886. Heft 1. — Wölfler, Über die anästhesierende Wirkung der subkutanen Kokaininjektionen. Wiener med. Wochenschr. 1885. Nr. 50. S. 1531. — Wölfler, Schustler, Fränkel, Spitzer, Chiari, von Fillenbaum, Lustgarten, Frey, Hoffmann, Fux, Hochstetter, Orloff, Über Kokainanästhesie. Wiener med. Wochenschr. 1887. — Wölfler, Zur toxischen Wirkung des Kokains. Wiener med. Wochenschr. 1889. Nr. 18. S. 673. — Zaufal, Weitere Mitteilungen über die Verwendung des Kokains in der Rhino- und Ototherapie. Prager med. Wochenschr. 1885. Nr. 7. S. 57. — Zwaardemaker, Cocaine-anosmie. Nederl. Tijdschr. 12. Oktober 1889. S. 491.

2. Tropakokain.

Albrecht, Über Tropakokain bei zahnärztlichen Operationen. Odontolog. Bl. 1899. — Bauer, Tropakokain bei Zahnextraktionen. Österr.-Ungar. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. April 1900. — Bloch, Über stomatologische Lokalanästhesie mittels Kokain und Tropakokain. Wiener zahnärztl. Monatsschr. Bd. 3. — Bockenham, Tropakokain. Brit. med. Journ. 18. November 1893. —

Briegleb, Über die Verwendbarkeit des Tropakokains in der Infiltrationsanästhesie. Zeitschr. für prakt. Ärzte 1899. Nr. 6. — Chadbourne, Über Tropakokain, ein Benzoyl-Pseudotropein, eine neue Kokabase und dessen Wert als lokales Anästheticum. Therap. Monatshefte. September 1892. S. 471, und Brit. med. Journ. 1892. Heft 2. — Custer, Die Verwendbarkeit des Tropakokains in der Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 32. — Custer, Kokain und Infiltrationsanästhesie. Basel 1898. — Dillenz, Kokainum muriaticum, Tropakokainum und Kokainum phenylicum in der Zahnheilkunde. Diss. Zürich 1897. — Dorn, Tropakokain. muriaticum als Lokalanästheticum. Odontol. Bl. 1898. — Ferdinands, Clinical observations on tropacocaine in ophthalmic pratice. Brit. med. Journ. 1893. S. 1318. — Giesel, Benzoylpseudotropein. Pharmakol. Ztg. 1891. S. 419. — Groenouw, Tropakokain in der Augenheilkunde. Deutsche med. Wochenschr. 1893. S. 331. — Hugenschmidt, Tropakokain in der Zahnheilkunde. La semaine médicale 1893. Nr. 6. — Liebermann, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1891 S. 2336 und 1892 S. 927. — Neugebauer, Über Rückenmarksanalgesie und Tropakokain. Wiener klin. Wochenschr. 1901. Nr. 50 und 52. — Pinet et Viau, Essays d'anesthésie locale au moyen de la Tropacocaine. Paris 1893. — Rogmann, Tropakokain in der Augenheilkunde. Clinique ophthalm. 1897. Nr. 17, 19. — Saum, Über Tropakokain in der Zahnheilkunde. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1901. S. 156. — Schwarz, Zur Frage der medullaren Narkose. Zentralbl. für Chir. 1901. S. 248. — Schweigger und Silex, Tropakokain in der Augenheilkunde. Therap. Monatshefte 1892. S. 473. — Seifert, Verwendung des Tropakokains bei Erkrankungen der Nase, des Rachens und Kehlkopfes. Internationale klin. Rundschau 1899. Nr. 8. — Vamossy, Tropakokain. Therap. Wochenschr. 1896. Nr. 9. — Veasey, Tropakokain in der Augenheilkunde. New York. med. Journ. 25. November 1893. — Zander, Tropakokain bei Zahnextraktionen. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1900. Nr. 128.

3a. Eukain-A.

Battistini, L'eucaina come anestetica locale. Soc. ital. di Chir. XII. Congresso. 1897. — Bayer, Über Anwendung des Eukains bei Affektionen der Speiseröhre. Therapeutische Monatshefte 1897. — Berger, Emploi de l'eucaïne en ophthalmologie. Révue de thérap. méd. et chir. 1896. Nr. 12. — Best, Eukain in der Augenheilkunde. Deutsche medizin. Wochenschr. 1896. Nr. 36. S. 573. — Bocquillon, L'eucaïne comme anesthésique. Journ. de méd. de Paris 1897. Nr. 37. — Deneffe, L'eucaïne en ophthalmologie. Le Scalpel 1896. Nr. 11. — Ver Eecke, Etude de l'action physiologique du chlorhydrate d'eucaïne. Bruxelles 1897. S. 47. — Görl, Über Eukain in der dermatologischen Praxis. Therap. Monatshefte 1896. S. 378. — Hamilton, Eucaine as a local anaesthetic. Lancet. 26. August 1898. S. 552. — Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. S. 466. — Hernette, L'eucaïne; contribution à son étude physiologique, de son emploi comme anesthésique locale en chirurgie. Thèse. Paris 1897. — Horne und Yearsley, Eucaine as a local anaesthetic in the surgery of the throat, nose and ear. Brit. med. Journ. 16. Januar 1897. — Horne, Eucaine as a local anaesthetic in the surgery of the throat, nose and ear. Brit. med. Journ. 27. November 1897. — Kiesel, Eukain, ein neues Anästheticum. Zahnärztl. Rundschau 1896. Nr. 196. —

Legueu et Liholl, L'eucaïne en chirurgie. Gaz. des hôp. 1897. Nr. 19, 20. — Legueu, De l'anesthésie locale par l'eucaïne. L'association française d'urologie. Annales des maladies des organes génito-urinaires. November 1896. Nr. 11. Revue de chirurgie 1897. Nr. 2. — Merling, Über Eukain. Pharmakol. Ztg. 1896. Nr. 47. S. 396. — Ornstein, Erfahrungen mit Eukain. Journ. für Zahnheilkunde 1897. Nr. 19. — Pouchet, De l'eucaïne comme anesthésique. Journ. de méd. de Paris 1897. Nr. 10. — Pouchet, De l'eucaïne. Etude de son action physiologique. Bull. gén. de thérap. 1897. S. 79—172. — Quéré, Etude critique sur l'anesthésie dentaire. Thèse de Bordeaux 1896. — Reclus, L'eucaïne. La France méd. 1897. Nr. 8. — Touchard, De l'eucaïne en chirurgie dentaire. Bull. gén. de thérap. 1897. Nr. 9. — Vinci, Über ein neues lokales Anästheticum, das Eukain. Virchows Archiv 1896. Bd. 145. S. 78. — Vinci, Eucainum hydrochloricum, ein neues lokales Anästheticum. Therap. Monatshefte. Juni 1896. S. 330. — Vinci, Über Eukain, ein neues lokales Anästheticum. Berliner klin. Wochenschr. 1896. Nr. 27. — Vinci, Über die anästhesierende und toxische Wirkung einiger dem Kokain nahestehender Körper. Archiv für Anatomie und Physiol. Physiolog. Abtlg. 1897. S. 163. — Vinci, Über das Eukain. Therap. Monatshefte. Februar 1897. S. 99. — Vinci, Über die Wirkung des Eukains und einiger ihm homologer Körper in Beziehung zu ihrer chemischen Konstitution. Virchows Archiv. Bd. 154. S. 549. — Vogt, Action de l'eucaïne. Bull. gén. de thérapeut. 1897. S. 112. — Vollert, Über den Wert des Eukains in der Augenheilkunde. Münchener med. Wochenschr. 1896. Nr. 22 und 37. — Wossidlo, Das Eukain als lokales Anästheticum für Harnröhre und Blase. Zentralbl. für die Krankh. der Harn- und Sexualorgane 1897. Bd. 8. Heft 2. — Wüstefeld, Über die Verwendbarkeit des Eukains in der Augenheilkunde. Münchener med. Wochenschr. 22. Dezember 1896.

3b. Eukain-B.

Barker, A note of some further experience of operations under local anaesthesia produced by Beta-Eucain. The Lancet 20. Januar 1900. — Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 57. Nr. 2. — Chapiro, L'eucaïne-B comme anesthésique locale en stomatologie et en chirurgie générale. Thèse de Paris 1898. — Cipriani, Über den anästhetischen Wert des Eukain-B. Therap. Monatsschr. Juni 1898. S. 331. — Cohn, Über eine neue Form des Eukains, das essigsaure Beta-Eukain. Med. Woche 1901. Nr. 36. — Crile, An experimental and clinical research into cocain and eucain. Journ. of the amer. med. association. Februar 1902. — Dolbeau, Contribution à l'étude de l'anesthésie en chirurgie oculaire par l'emploi de l'eucaïne-B. Thèse. Paris 1897. — Dumont et Legrand, L'eucaïne-B, son emploi en stomatologie comme anesthésique locale. Bull. gén. de thérap. 1887. S. 545. — Engelmann, Ersatz des Kokains durch Eukain-B bei der Bierschen Kokainisierung des Rückenmarks. Münchener med. Wochenschr. 1900. Nr. 44. — Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. S. 466. — Kiesel, Die lokale Anästhesie durch Eukain-B. Zahnärztliche Rundschau 1898. Nr. 316. — Legrand, Anesthésie locale. Paris 1900. S. 237. — Legrand, Nouvelle contribution à l'étude de l'eucaïne-B en stomatologie. Société de thérap. 22. Juni. Bull. gén. de thérap. 8. Juli 1898. S. 20. — Lohmann, Das Eukain-B als Lokalanästheticum in der Chirurgie. Therap.

Monatshefte. August 1887. S. 324. — Lohmann, Infiltration und Chemismus. Therap. Monatshefte. September 1900. — Marcinowski, Das Eukain-B. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 65. Nr. 5, 6. S. 417. — Mikulicz, Die Methoden der Schmerzbetäubung. Archiv für klin. Chir. Bd. 64. Heft 4. — Poole, Beta-Eucaïn as an anaesthetic in eye, nose and throat work. Med. News. 21. Oktober 1898. S. 521. — Pouchet, Les nouveaux analgésiques. Progrès med. 1898. S. 241, 263. — Reclus, L'eucaïne-B. Bulletin med. 1898. Nr. 26. — Silex, Über Eukain-B in der praktischen Augenheilkunde. Deutsche med. Wochenschr. 1897. Nr. 6. — Silex, Weitere Mitteilungen über Eukain-B. Therap. Monatshefte 1897. Nr. 6. — Terret, Cocain and Eucain in local anaesthesia as applied by the combined infiltration and the regional methods in major surgery of the extremities with illustrative cases. New Orleans medical and surgery Journ. 1901. — Vinci, Über das Eukain-B. (Benzoyl-trans-Vinyldiaceton-alkamin.) Virchows Archiv 1897. Bd. 149. S. 217.

4. Holokain.

Carter, On holocaine in ophthalmic surgery. Lancet 29. Mai 1897. S. 1466. — Chevalier, L'holocaïne en ophthalmologie. Bull. de thérap. 23. Oktober 1897. S. 609. — Deneffe, L'holocaïne en ophthalmologie. Bull. de l'acad. de méd. de Belgique. Séance du 27. März. — Gires, L'holocaïne, contribution à l'étude de son action physiologique, de son emploi comme anesthésique en ophthalmologie et en stomatologie. Thèse. Paris 1897. — Gutmann, Über Holokain, ein neues Anästheticum. Deutsche med. Wochenschr. 1897. Nr. 11. S. 165. — Hinz und Schlösser, Holokain, ein neues Anästheticum. Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde. April 1897. S. 114. — Hirschfeld, Über p-Diäthoxyäthenyldiphenylamidin als Ersatz des Kokains. Zentralbl. für prakt. Augenheilkunde. Januar 1807. S. 30. — Hirschfeld, Holokain, ein neues Anästheticum. Klin. Monatsbl. für Augenheilk. 1897. S. 157. — Kuthe, Versuche mit dem örtlichen Betäubungsmittel Holokain. Zentralbl. für prakt. Augenheilk. Januar 1897. S. 55. — Legrand, Anesthésie locale. Paris 1900. S. 254. — Loewenstamm, Über weitere Versuche mit Holokainum muriaticum. Therap. Monatsh. Juni 1897. S. 268. — Randolph, Conclusions from clinical and bacteriological experiments with holocain. John Hopkins Hosp. Bull. Juli 1898. — Schultz, Archiv für Augenheilk. 1899. Bd. 40. Heft 2. S. 125. — Taeuber, Über p-Diäthoxyäthenyldiphenylamidin, ein neues lokales Anästheticum. Zentralbl. für prakt. Augenheilk. Januar 1897. S. 53. — Winselmann, Über Holokain. Klin. Monatsbl. für Augenheilk. Bd. 35. S. 150.

5. Aneson.

Hanszel, Aneson. Wiener klin. Wochenschr. 1898. S. 1123. — Impens, Le Chloretone. Arch. intern. de Pharmacodynie 1901. Bd. 8. S. 77. — Mosbacher, Aneson als Ersatz des Kokains in der Schleichschen Infiltrations- und der Oberstschen regionären Anästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 3. — Rubinstein, Über lokale Anästhesie insbesondere größerer Gelenke. Verhandlg. der deutsch. Gesellschaft für Chirurgie 1898. I. S. 33. — Sternberg, Über Anesonanästhesie. Klin. therap. Wochenschr. 1898. Nr. 39. — von Vámossy, Über Aneson, ein neues Ersatzmittel des Kokains. Deutsche med. Wochenschr. Therap. Beilage 1897. Nr. 8. S. 58.

6. Akoin.

Bab, Über Akoin als lokales Anästheticum bei zahnärztlichen Operationen. Wiener zahnärztl. Monatsschr. 1902. — Braun, Artikel „Lokalanästhesie" in Kochers Enzyklopädie der Chir. 1900. — Carter, On acoine as a local anäesthetic in subconjunctival injections. Lancet. 21. Oktober 1898. S. 1082. — Dakonto, Akoin in der Chirurgie. Deutsche Zeitschr. für Chir. 1903. Bd. 69. S. 457. — Darier, Moyen de rendre presque indolores les injections sons-conjunctivales et sons-cutanées de cyanure de mercure. La clinique ophthalmologique. 25. Juli 1899. — Etiévant, Acoin en ophthalmologie. La province médicale. 14. Juli 1900. — Guibert, Akoin in der Augenheilkunde. La clinique ophthalmologique 1899. Nr. 17. — Hirsch, Über subkonjunktivale Einspritzungen mit Akoin. Archiv für Augenheilk. Bd. 42. Heft 3. — Krauß, Über die Anwendung des Akoin-Kokains zur Lokalanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 34. — Nipperdey, Einiges über Akoinanästhesie in der Zahnheilkunde. Deutsche Monatsschr. für Zahnheilk. November 1902. — Senn, Akoin als Lokalanästheticum in der zahnärztlichen Praxis. Schweizer Vierteljahrsschr. für Zahnheilk. Bd. 10. Heft 4. — Spindler, Ein Fortschritt in der Entwicklung der Lokalanästhesie. Wratschebnaja gaseta 1902. Nr. 4. Refer. Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 16. — Stasinski, Zur Behandlung des Ulcus serpeus corneae. Therapie der Gegenwart 1901. Nr. 5. — Thiesing, Die Lokalanästhesie in der zahnärztlichen Praxis. Leipzig 1902. — Trolldenier, Über die anästhetischen Eigenschaften von Alkyloxyphenylguanidinen (Akoinen). Therap. Monatshefte. Januar 1898. S. 36, und Zeitschr. für Tiermedizin 1901. — Trolldenier, Über die anästhesierenden Eigenschaften der Akoine. Diss. Gießen 1901.

7a und b. Orthoform.

Albertin, Intoxication par l'orthoforme employé comme topique dans le pansement des plaies. Lyon med. 1898. S. 128. — Asam, Erfahrungen über Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 8. — Bardet, Notes sur les modes d'administration, de l'orthoforme et sur quelques applications. Bull. gén. de thérap. 23. Februar 1900. S. 262. — Boisseau, Propriétés analgésiques de l'orthoforme. Société d'anatomie et de physiologie. Journ. de méd. de Bordeaux 1898. Nr. 9. — Bornstein, Orthoform. Zahnärztl. Rundschau 1898. Nr. 15. — Bock, Orthoform. Therap. Monatshefte 1898. S. 413. — Brocq, Accidents produits par l'orthoforme. Semaine médicale 1898. Nr. 17. — Dreyfuß, Kombination der Infiltrationsanästhesie und Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 17. — Ducray, L'orthoforme et ses indications en laryngologie. Thèse de Paris 1898. — Einhorn und Heinz, Orthoform. Ein Lokalanästheticum für Wundschmerz usw. Münchener medizin. Wochenschr. Nr. 37. Oktober 1897. S. 555. — Friedländer, Orthoformvergiftung. Therapeutische Monatshefte. Dezember 1900. S. 677. Deutsche med. Wochenschr. 1901. S. 575. — Graul, Über Nebenwirkungen des Orthoform. Deutsche med. Wochenschr. 1901. Nr. 24. — Guinard et Soulier, Contribution à l'étude pharmacodynamique de l'orthoforme. Arch. internat. de pharmacod. 1898. Bd. 6. Heft 1 u. 2. — Hecker, Über Orthoform. Diss. Berlin 1898. — Heermann, Beitrag zur Orthoformvergiftung. Therap. Monatshefte. November 1901. — Herzfeld, Jastrowitz, Goldscheider, Fraenkel, Diskussion über Orthoform im Verein für innere Medizin zu Berlin.

Deutsche medizin. Wochenschr. 1898. Nr. 17. — Hildebrandt, Beitrag zur Orthoformanästhesie. Deutsche medizin. Wochenschr. 1898. Nr. 48. — Hirschbruch, Über Orthoform. Berliner klin. Wochenschr. 1897. Nr. 51. — Hornberger, Über Orthoform. Therap. Monatshefte 1901. S. 519. — Jessen, Orthoform in der Zahnheilkunde. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1898. Nr. 10. — Katz, Mißerfolg bei Anwendung von Orthoform in Tubenform. Münchener med. Wochenschr. 1900. Nr. 20. S. 713. — Kallenberger, Über Orthoform. Berliner klin. Wochenschr. 1898. Nr. 12. — Kallenberger, Über Orthoform. Ein neues Lokalanästheticum. Diss. München 1898. — Kassel, Über Orthoformemulsionen. Therap. Monatshefte 1898. Nr. 10. — Kindler, Weitere Mitteilungen über den Gebrauch von Orthoform. Fortschr. der Medizin 1898. Nr. 7. — Klaußner, Über Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 46. — Klaußner, Über Orthoform und Orthoform-neu. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 42. S. 1338. — Lichtwitz, Orthoform. Arch. internat. de laryngologie 1898. Nr. 1. — Luxenburger, Experimentelles und Klinisches über Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1900. Nr. 2 u. 3. S. 48 u. 82. — Miodowski, Ein weiterer Mißerfolg bei der Wundbehandlung mit Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 12. — Mosse, Über das Verhalten des Orthoform im Organismus. Deutsche med. Wochenschr. 1898. Nr. 26. — Neumayer, Über Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 44. — Pouchet, Les nouveaux analgésiques. Le progrès médical 1899. Nr. 16, 17. — Ruhemann, Ein Fall von Orthoformekzem. Therap. Monatshefte. Dezember 1900. S. 679. — Soulier et Guinard, Note sur les actions pharmacodynamiques de l'orthoforme. Lyon méd. 1898. Nr. 32. S. 516. — Soulier et Guinard, Quelques mots sur le chlorhydrate d'orthoforme. Lyon méd. 1898. Nr. 52. S. 541. — Stubenrauch, Zur Orthoformfrage. Münchener med. Wochenschrift 1898. S. 1254. — Wunderlich, Zur Anwendung von Orthoform. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 40. — Yonge, The local treatment of painfull ulcerations by orthoform with special reference to the upper air passages. Brit. med. Journ. 5. Februar 1898.

7c. Nirvanin.

Bonnard, Nirvanin en odontologie. L'odontologie. 30. April 1899. — Braquehaye, Nirvanin en chirurgie. Gaz. des hôp. 1900. Nr. 94. — Didrichson, Zur Pharmakologie des Nirvanins. Wratsch 1900. Nr. 21 (russisch). Refer. im Zentralbl. für Chir. 1900. S. 976. — Dorn, Mitteilungen über meine Erfahrungen mit Nirvanin, Tropacocainum hydrochloricum und Orthoform. Odontolog. Blätter 1900. — Dumont et Legrand, Communication à la société de stomatologie. 20. März 1899. — Einhorn und Heinz, Fortsetzung der Orthoformarbeiten. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 49. S. 1554. — Floeckinger, Klinische Experimente mit Nirvanin. New York. med. Monatsschr. 1900. Nr. 6. S. 343. — Hölscher, Beitrag zur regionären Anästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 8. — Luxenburger, Über das neue Lokalanästheticum „Nirvanin". Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 1 u. 2. — Joanin, De la valeur pharmacodynamique de la nirvanine. Bull. gén. de thérap. 28. Juni 1898. S. 906. — Manquat, La nirvanine. Le bull. méd. 1899. Nr. 94. — Pouchet, Les nouveaux analgésiques. Le progrès méd. 1899. Nr. 16, 17. — Reynier, La nirvanine. Revue de thérap. méd. chir. August 1899. — Rotenberger, Orthoform, Orthoformneu und Nirvanin. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1898. Nr. 38. — Stubenrauch

und Schmidt, Nirvanin. Münchener med. Wochenschr. 1899. S. 1254. — Szuman, Nirvanin als lokales Anästheticum, sowie einige Bemerkungen über Schleichsche Anästhesie. Noviny lekarskie 1899. Nr. 10 u. 11. Ref. in Hildebr. Fortschr. der Chir. 1899. — Uwarow, Notiz über das Nirvanin. Wratsch 1900. Nr. 23 (russisch). Ref. Zentralbl. für Chir. 1900. S. 976.

7d. Anästhesin und Subkutin.

Becker, Eine neue Verbindung des Anästhesins zur subkutanen Injektion, „Subkutin". Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 20. — Binz, Anästhesin. Berliner klin. Wochenschr. 1902. Nr. 17. — Dunbar, Beitrag zur lokalen Anästhesie unter Anwendung des Para-amidobenzoesäureesters. Deutsche med. Wochenschr. 1902. Nr. 10. — Dunbar, Noch einiges über das salzsaure Anästhesin als örtliches Betäubungsmittel. Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 43. — Hartmann, Anästhesin. Therapie der Gegenwart 1902. Nr. 10. — Henius, Anästhesin. Therapie der Gegenwart 1903. Nr. 1. — Kassel, Zur Anwendung des Anästhesins. Therap. Monatshefte. Juli 1902. — Kennel, Anästhesin. Berliner klin. Wochenschr. 1902. Nr. 52. — Lengemann, Anästhesin in der Wundbehandlung. Zentralbl. für Chir. 1902. Nr. 22. — von Noorden, Über para-Amidobenzoesäureester als lokales Anästheticum. Berliner klin. Wochenschr. 1902. Nr. 17. — Rammstedt, Über die Verwendung des salzsauren Anästhesins zur lokalen Betäubung. Zentralbl. für Chir. 1902. Nr. 38. — Spieß, Anästhesin. Münchener med. Wochenschr. 1902. Nr. 39. S. 1611.

8. Stovain.

Billon, Sur un médicament nouveau, le chlorhydrate d'amyléine. Acad. de méd. 29. März 1904. — Braun, Über einige neue örtliche Anästhetica (Stovain, Alypin, Novokain). Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 42. — Cernezzi, Über Leitungsanästhesie mit Stovain und mit den Stovain-Adrenalinlösungen. Zentralbl. für Chir. 1905. S. 284. — Chaput, L'anesthésie rachidienne à la stovaine. Société de chir. 12. Oktober 1904. — Dubar, La stovaine en oro-rhinolaryngologie. Progrès méd. 26. November 1904. — Fourneau, Sur les amino-alcools tertiaires. Acad. des sciences de Paris. Februar 1904. — Gemuseus, Das Stovain. Diss. Bern 1905. — Huchard, Quelques faits thérapeutiques sur la stovaine. Bull. de l'acad. de méd. 12. Juli 1904. — Kendirdjy et Berteaux, L'anesthésie chirurgicale par injection sous-arachnoidienne de stovaine. Presse méd. Oktober 1904. — Laewen, Experimentelle Untersuchungen über die örtliche Wirkung einiger neuer Lokalanästhetica (Stovain, Novokain und Alypin) auf motorische Nervenstämme. Beiträge zur klin. Chirurgie. Bd. 50. Heft 2. — Lapersonne, Un nouvel anesthésique local, la stovaine. Presse méd. 13. April 1904. — Lannoy et Billon, Sur la toxicité de chlorhydrate d'amyleïne. Acad. des sciences. 15. Mai 1904. — Lohmann, Das Stovain in der Lokalanästhesie. Fortschritte der Medizin 1905. Nr. 33. — Meyer, Zwei neue Lokalanästhetica in der rhino-laryngologischen Praxis (milchsaures Eukain, Stovain). Therap. Monatshefte 1905. S. 240. — Müller, Stovain als Anästheticum. Sammlung klin. Vorträge 1906. Nr. 428. Refer. Zentralbl. für Chir. 1906. Nr. 39. S. 1056. — Nogué, La stovaine en stomatologie. Archives de stomat. April, Mai 1904. — Pont, A propos d'un nouvel anesthésique local, la stovaine. Bull. du Lyon méd. 15. Mai 1904. — Pouchet, Etude pharmacodynamique de la stovaine. Bull. de l'acad. de méd.

12. Juli 1904. — Reclus, L'analgésie locale par la stovaine. Bull. de l'acad. de méd. 5. Juli 1904. — Reclus, Stovain. Allgem. med. Zentralztg. 1906. Nr. 14. — Sauvez, Un nouvel anesthésique locale, la stovaine. Société d'odontologie de Paris. 9. April 1904. — Sinclair, Gangrene of the skin following the use of stovaine. Journ. of cutan. diseases. Juli 1905. — Woskresenski, Über lokale Stovainanästhesie.

9. Alypin.

Braun, Über einige neue örtliche Anästhetica (Stovain, Alypin, Novokain). Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 42. — Geth, Alypin. Diss. Gießen 1905. — Hummelstein, Wirkung des Alypins auf das Auge. Archiv für Augenheilk. Bd. 53. Heft 1. — Impens, Über Lokalanästhesie. Pflügers Archiv Bd. 110. S. 21. — Impens, Über Lokalanästhesie (Alypin). Deutsche med. Wochenschr. 1905. S. 1154. — Jakobsohn, Alypin. Wochenschr. für die Therapie des Auges 1905. Nr. 52. — von Kraus, Über Alypin. Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 49. — Koellner, Über die Bedeutung des Alypins für die Augenheilkunde. Berliner klin. Wochenschr. 1905. Nr. 43. — Lohnstein, Über Alypin in der urologischen Praxis. Deutsche med. Wochenschr. 1906. Nr. 13. — Neustätter, Über Alypin. Münchener med. Wochenschr. 1905. Nr. 42. S. 2015. — Ohm, Beitrag zur Verwendung des Alypins. Wochenschr. für die Therapie des Auges. — Ruprecht, Alypin und Novokain in der Oto-, Rhino- und Laryngologie. Monatsschr. für Ohrenheilkunde 1906. Nr. 6. — Seeligsohn, Über Alypin. Deutsche med. Wochenschr. 1905. S. 36. — Seifert, Über Alypin. Deutsche med. Wochenschr. 1905. N 34. — von Sicherer, Alypin. Ophthalmologische Klinik 1905. Nr. 16. — Stotzer, Alypin, ein neues Lokalanästheticum. Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 36. — Zimmermann, Alypin in der Augenheilkunde. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde. September 1906.

10. Novokain.

Biberfeld, Pharmakologisches über Novokain. Med. Klinik 1905. Nr. 48. — Braun, Über einige neue örtliche Anästhetica (Stovain, Alypin, Novokain). Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 42. — Danielsen, Poliklinische Erfahrungen mit dem neuen Lokalanästheticum Novokain. Münchener med. Wochenschr. 1905. Nr. 46. — Gebb, Novokain und seine anästhesierende Wirkung am Auge. Archiv für Augenheilkunde Bd. 55. Heft 1 u. 2. — Heinecke und Laewen, Experimentelle Untersuchungen und klinische Erfahrungen über die Verwertbarkeit von Novokain für die örtliche Anästhesie. Deutsche Zeitschr. für Chirurgie Bd. 80. S. 180. — Sachse, Novokain, ein neues örtliches Anästheticum. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 1905. Nr. 45. — Schmidt, Über Novokain. Münchener med. Wochenschr. 1905. Nr. 46.

11. Andere Anästhetica.

Benoit, Du gaïacol et de la cocaïne considérés comme anesthésiques locaux. Thèse de Paris 1896. — Bericht der K. K. Krankenanstalt Rudolphstiftung in Wien 1876. S. 293—296. (Karbolsäure.) — Bill, Karbolsäure. The americ. Journ. of the med. sciences. Oktober 1870. — Brandt, Versuche mit Erythrophlaein bei Odontalgie. Therap. Monatshefte. Juni 1888. — Brick, De l'action calmante de l'antipyrin chez les prostatiques. Semaine méd. 1894. S. 128.

— Buffalini, La peronina, nuovo anestesico locale. Settimana medica 1899. Nr. 27. Refer. in Virchow-Hirschs Jahresber. 1899. I. S. 393. — Bussenius, Lokale Anästhesie bei Tieren. Diss. Berlin 1888. — Caspari, Zeitschr. für klin. Med. 1883. S. 537. (Karbolsäure.) — Championnière, Le gaïacol comme anesthésique local et discussion. Acad. de méd. 23. Juli 1895. La France méd. 1895. Nr. 31. — Championnière, Emploi du gaïocol pour l'anesthésie locale en remplacement de la cocaïne. Bull. de l'acad. de méd. 1895. Nr. 30. — Championnière, Emploi du gaïacol pour l'anesthésie locale en remplacement de la cocaïne. Lyon méd. 1895. Nr. 33. — Championnière, Anesthésie locale par le gaïacol. Anesthésie sans dangers très-satisfaisante pour la chirurgie dentaire. Emploi dans la petite et dans la grande chirurgie. Journ. de méd. et de chir. pratiques. 1895. Heft 17. — Contant, Contribution à l'étude des anesthésiques locaux et en particulier du gaïacol en injections intracutanées. Thèse de Bordeaux 1896. — Claiborne, A new local anaesthetic. (Stenocarpin.) New York. med. rec. 30. Juli und 1. Oktober 1887. — Goodmann, Stenocarpin. Med. rec. 30. Juli 1887. — Graefe, Das Dionin in der Augenheilkunde. Deutsche med. Wochenschr. 1900. Therap. Beil. Nr. 2. — Guaita, Sopra l'azione anestetica locale della peronina. Ann. di Farmacoterap. 1899. Nr. 9, 10. — Guttmann, Versuche mit Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 13. — Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. (Siehe daselbst die Literatur über Antipyrin und Antifebrin als Lokalanästhetica.) — Hirschfeld, Über Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 11. — Jackson, Observations on the action of stenocarpine, the new local anaesthetic and mydriatic. Amer. med. News 1887. S. 255. — Kaposi, Das neue Anästheticum. Wiener klin. Wochenschr. 1888. Nr. 9. — Karewski, Über die praktische Verwendbarkeit der Erythrophlaeinanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 11. — Knapp, Experiments with stenocarpine. New York med. rec. 1887. S. 180. — Kocher (Antipyrin-Kokainlösung). Operationslehre 4. Aufl. S. 202. — Koller, Erythrophlaein. Wiener klin. Wochenschr. 1888. Nr. 6. — Lewin, Über das Hayagift und das Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschrift 1888. Nr. 9. Virchows Archiv. Bd. 111. S. 575. — Lewin, Bemerkungen zu Liebreichs Arbeit über Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 9. — Liebreich, Erythrophlaeum. Therap. Monatshefte. März 1888. — Liebreich, Über die Wirkung der N-Cassa-Rinde und des Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 9. Therap. Monatshefte. März 1888. — Liebreich, Haya und Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 16. — Lipp, Wirkungen des Erythrophlaein. Wiener klin. Wochenschr. 1888. Nr. 11, 12. — Loewenhardt, Zur praktischen Verwertung des Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 10. — Löwy und Müller, Zur Kenntnis der anästhesierenden Wirkung des Yohimbin. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 15. — Lydston, Antipyrin as a local anaesthetic. Journ. of cutaneous and genitourinary diseases. Mai 1898. — Magnani, Zur anästhesierenden Wirkung des Yohimbin. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 5. — Magnani, Un nuovo alcaloide anestetizzante la congiunctiva e la cornea. La clinica moderna 1902. Nr. 35. — Malot, Des injections sous-cutanées de gaïacol chloroformé comme analgésique local. Thèse de Paris 1897. — Mays, The physiological action of cocaine and of its analoge Brucin. Therap. gazette. Juni 1885. — Morse, Gleditschine (Stenocarpin). Philadelphia med. and surg. rep. 1887.

S. 701. — Müllerheim, Beitrag zur Wirkung der Anaesthetica dolorosa. Diss. Berlin 1888. — Novy, What is stenocarpine? (Gleditschine). Amer. pharmaz. Rundschau 1887. S. 248. — Oberwarth, Über Yohimbin. Virchows Archiv. Bd. 153. S. 292. — O'Followell, L'anesthésie locale par le gaïacol, le carbonate de gaïacol et le gaïacyl. Thèse de Paris 1897. — Onodi, Versuche mit Erythrophlaein. Med. Zentralbl. 1888. Nr. 12. — Panas, Sur l'action anesthésique locale de la strophantine et de l'ouabaïne. Bull. de l'acad. de méd. de Paris 1890. Nr. 7. — Pierard, Quelques expériences sur l'action physiologique de la peronine. Annales de la société des sciences médicales de Bruxelles 1899, Heft 2. — Pirri, Lancet. 19. September 1867. (Karbolsäure.) — Pousson, Analgésie vésicale par l'antipyrin. Journ. de méd. de Bordeaux. 19. Mai 1895. — Rae, The americ. Journ. of the med. sciences 1870. S. 573. (Karbolsäure.) — Reclus, Sur la valeur comparée du gaïacol et de la cocaïne dans l'anesthésie locale. Bull. de l'acad. de méd. 1896. Nr. 20. — von Reuß, Über Erythrophlaein. Internat. klin. Rundschau 1888. Nr. 9. — Richardson, (Karbolsäure). Deutsche med. Wochenschr. 1891. S. 1161. — Rommel, Über die anästhesierende Wirkung einiger organischer Herzgifte auf das Auge. Greifswald 1893. — Schöler, Bemerkungen über Erythrophlaein. Berliner klin. Wochenschr. 1888. Nr. 10. — Seiß, Notes on the use of a five percent solution of brucin. Therap. gaz. 1886. S. 173. — Smith, The med. record 1872. (Karbolsäure.) — Steinach, Eine physiologische Wirkung der Strophantuspräparate. Wiener klin. Wochenschr. 1888. — Tweedy, Erythrophlaeine. Lancet 1888. S. 249. — Vigneron, Analgésie vésicale par l'antipyrin. Annales des maladies des org. génito-urin. 1894. S. 348. — Walser, Mitteilungen des Vereins der Ärzte Steiermarks 1896. Nr. 4. (Karbolsäure.) — van der Weyde, Philad. med. and surg. rec. August 1868. (Karbolsäure.) — Wolffberg, Die Dioninophthalmie und ihre Bedeutung. Therap. Monatshefte. Mai 1900.

8. Kapitel. Weitere Hilfsmittel der Lokalanästhesie. Suprarenin.

Abderhalden und Bergell, Über das Epinephrin (Epirenan). Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 23. — Abel, Über den blutdruckerregenden Bestandteil der Nebenniere, das Epinephrin. Zeitschr. für physiol. Chemie 1899. Bd. 28. S. 318. — Aldrich, A preliminary report on the active principle of the suprarenal gland. Americ. Journ. of physiologie 1901. S. 457. — Aronheim, Ein Fall von ausgedehnter Phlegmone, verursacht durch subkutane Injektion einer Kokain-Adrenalinlösung bei einem 70jährigen Manne. Münchener med. Wochenschrift 1904. Nr. 14. — Aulhorn, Erfahrungen mit der lokalen Anästhesie in der poliklinischen Praxis. Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 35. — Bardier und Frenkel, Compt. rend. soc. biol. 1899. Bd. 51. S. 315. — Barker, On some improvements in the method of local analgesia. The Lancet 1903. 25. Juli. — Barraud, Etude de la vasoconstriction produite par l'application locale de l'extrait aqueux de capsules surrénales. Thèse de Lyon 1896/97. — Batelli, Toxicité de l'adrénaline en injections intra-veineuses. Compt. rend. de la soc. de biol. 15. November 1902. — Batelli et Taramasio, Toxicité de la substance active de capsules surrénales. Compt. rend. de la soc. de biol. 28. Juni 1902. — Bates, The use of extract of suprarenal capsule in the eye. New York med. Journ. 1896. S. 647. — Bates, Suprarenalextract as a hämo-

static. New York med. rec. 9. Februar 1901. — Battier et de Nevrezé, De l'emploi de l'extrait de capsules surrénales en stomatologie. Archives de stomatologie. Juli 1902. — Biberfeld, Pharmakologische Eigenschaften eines synthetisch hergestellten Suprarenins und einiger seiner Derivate. Mediz. Klinik 1906. Nr. 45. — Biedl, Vorläufige Mitteilung über die physiologische Wirkung des Nebennierenextrakts. Wiener klin. Wochenschr. 1896. S. 157. — Blum, Über Nebennierendiabetes. Deutsches Archiv für klin. Medizin 1901. Bd. 71. S. 146. — Boruttau, Erfahrungen über die Nebennieren. Pflügers Archiv 1899. Bd. 78. — Bouchard et Claude, Compt. rend. de l'académie des sciences. 16. Dezember 1902. — Braun, Über den Einfluß der Vitalität der Gewebe auf die örtlichen und allgemeinen Giftwirkungen lokalanästhesierender Mittel und über die Bedeutung des Adrenalins für die Lokalanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 69. Januar 1903. — Braun, Über die Bedeutung des Adrenalins für die Chirurgie, besonders für die Lokalanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 8. — Braun, Über Adrenalin. Deutsche zahnärztl. Wochenschr. 7. Februar 1903. — Braun, Zur Anwendung des Adrenalins bei anästhesierenden Gewebsinjektionen. Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 58. — Braun, Kokain und Adrenalin (Suprarenin). Berliner Klinik 1904. Heft 187. — Brindel, Revue hebdomadaire de laryngologie 1901. Nr. 52. — Brodie and Dixon, Contributions of the physiology of the lungs. Journ. of physiology 1904. Bd. 30. Heft 5, 6. — Brown-Séquard, Recherches expérimentales sur la physiologie et la pathologie des capsules surrénales. Compt. rend. de la soc. de biol. 1856. Bd. 43. S. 422, 542. 1857, Bd. 44. S. 246. 1858, Bd. 45. S. 1036. 1892, Bd. 79. — Bukofzer, Über Adrenalin. Allgem. med. Zentralzeitung 1902. Nr. 44. — Buschan, Organsafttherapie. Eulenburgs Realenzyklopädie. 3. Aufl. Bd. 18. S. 71. — Carpenter, Nebennierenextrakt und seine Verwendung in der Zahnheilkunde. Dent. rev. Juni 1901. — Cybulski, Über die Funktion der Nebenniere. Wiener med. Wochenschr. 1896. Nr. 6, 7. — Czylhartz und Donath, Ein Beitrag zur Lehre von der Entgiftung. Zentralbl. für innere Medizin 1900. Nr. 1. — Darier, Wiener klin. Wochenschr. 1896. Nr. 40. — Dönitz, Kokainisierung des Rückenmarks unter Verwendung von Adrenalin. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 34. — Dor, De l'action vasoconstrictive exercée par l'extrait de capsules surrénales sur le conjonctive oculaire. Semaine méd. 1896. Nr. 36. — Dzierzawsky, Kann die ins Zahnfleisch injizierte Flüssigkeit bis in den Knochen dringen? Noviny lekarskie 1897. Nr. 1. (Referat in Fortsch. der Chir. 1903. S. 397). — Enderlen, Adrenalinvergiftung. Verhandl. der deutschen Gesellsch. für Chir. 1903. I. S. 154. — Exner, Über die durch intraperitoneale Adrenalininjektion veränderte Resorptionsfähigkeit des tierischen Peritoneums. Zeitschr. für Heilkunde 1903. Heft 12. — Fenwick, Nebennierenextrakt bei Magenblutungen. Brit. med. Journ. 30. November 1901. — Ferdinands, Adrenalin in der Augenheilkunde. Brit. Journ. 22. März 1902. — Foisy, Nouveau procédé d'anesthésie des tissus enflammés. Presse médicale. 25. März 1903. — Foisy, Diminution de la toxicité de la cocaine par l'adjonction d'adrénaline. Tribune médicale 12. Dezember 1903. — von Frisch, Adrenalin in der urologischen Praxis. Wiener klin. Wochenschr. 1902. Nr. 31. — Fromaget, Wirkung des Nebennierenextrakts auf die Konjunktiva. Annales de la policlin. de Bordeaux 1898. (Zitiert nach Harmer.) — von Fürth, Zur Kenntnis der brenzkatechinähnlichen Substanzen in den Nebennieren. Zeitschr. für physikal. Chemie 1897.

Bd. 24. S. 142. 1898, Bd. 26. S. 15. 1900, Bd. 29. S. 105. — von Fürth, Deutsche med. Wochenschr. 23. Oktober 1902. — von Fürth, Über Suprarenin. Zeitschr. für angewandte Chemie 1903. S. 372. — Gangitano, Analgesia cocaina-adrenalinica in chirurgia generale. Reforma medica 1903. Nr. 36. — Gerhardt, Über die Wirkung der blutdrucksteigernden Substanz der Nebennieren. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. 1900. Bd. 44. S. 161. — Gottlieb, Wirkung der Nebennierenextrakte auf Herz und Blutdruck. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. 1896. Bd. 38. — Green, Verwendung des Adrenalins in der Augen-, Nasen- und Ohrenpraxis. Brti. med. Journ. 10. Mai 1902. — Grünbaum, Suprarenal extract as a haemostatic. Brit. med. Journ. 3. November 1900. — Guarnieri et Zuco, Recherches expérimentales sur l'action toxique de l'extrait aqueux des capsules surrénales. Arch. ital. de la biol. 1888. Bd. 10. — Harmer, Wiener klin. Wochenschr. 1901. Nr. 19. — Hartwig, Über den Gebrauch der Gelatinelösung in Kombination mit Anästheticis; lokale Anästhesie in der Zahnheilkunde. Wiener zahnärztl. Monatsschr. Bd. 3. Nr. 6. — Hebdom, Hygiea 1896. (Zitiert nach Hultgren und Anderson.) — Hecht, Suprarenin. Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 5. — Hildebrandt, Anwendung des Adrenalins in der chirurgischen Praxis. Berliner klin. Wochenschr. 1905. Nr. 1. — Hildebrandt, Über die neueren Methoden der Lokalanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1905. Nr. 18. — Honigmann, Adrenalin und Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 25. — Hultgren und Anderson, Studien zur Physiologie und Anatomie der Nebennieren. Skand. Archiv für Physiol. Bd. 9. S. 73. Separatabdruck Leipzig 1899. — Jakoby, Zeitschr. für physiol. Chemie 1900. Bd. 30. S. 135. — Josué, Athérome aortique expérimental par injections repétées d'adrénaline dans les veines. Compt. rend. de la soc. de biol. 14. November 1903. — Kirchner, Über Adrenalin. Ophthalmol. Klinik 1902. Nr. 12. — Klapp, Über parenchymatöse Resorption. Archiv für experimentelle Pathol. und Pharmakol. Bd. 47. S. 86. — Klapp, Über Bauchfellresorption. Mitteilungen aus den Grenzgeb. der Med. und Chir. Bd. 10. Heft 1, 2. — Klapp, Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Wirkung der Nebennierenpräparate. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 71. S. 187. — Klapp, Experimentelle Studien zur Lumbalanästhesie. Verhandl. der deutschen Gesellsch. für Chir. 1904. I. S. 260. — Kleine, Über Entgiftung im Tierkörper. Zeitschr. für Hygiene 1901. Bd. 36. — Kobert, Über die Beeinflussung der peripheren Gefäße durch pharmakologische Agentien. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. Bd. 22. S. 77. — Königstein, Die Anwendung des Extractum suprarenale als Hämostaticum. Wiener med. Presse 1898. Bd. 38. Nr. 27. — Kohlhardt, Über Entgiftung des Kokains im Tierkörper. Verhandl. des deutschen Chirurgenkongr. 1901. S. 644. — von Kossa, Die Resorption der Gifte an abgekühlten Körperstellen. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. Bd. 36. S. 120. — Kummer, De l'anesthésie locale par cocaine. Revue de la Suisse romande 1890. S. 85. — Laewen, Quantitative Untersuchungen über die Gefäßwirkung von Suprarenin. Archiv für experiment. Pathol. und Pharmakol. 1904. Bd. 51. S. 415. — Laewen, Experimentelle Untersuchungen über die Gefäßwirkung von Suprarenin in Verbindung mit örtlich anästhesierenden Mitteln. Deutsche Zeitschr. für Chir. 1904. Bd. 74. S. 163. — Landoldt, Zentralbl. für Augenheilkunde, November 1899. — Langley, Observations on the physiological action of extracts of the suprenal bodies. Journ. of physiol. 1901/02. Bd. 27. S. 237. — Langlois, Les

capsules surrénales. Paris 1897. — Lanz, Adrenalin und Heilkunde. Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. 1904. Nr. 24. — Lehmann, Über Adrenalin. Münchener med. Wochenschr. 1902. Nr. 49. — Lermoyez, Un grand médicament de l'avenir, l'adrenaline. La presse méd. 1902. Nr. 37. — Lermitte, Suprarenal gland extract as a haemostaticum. Brit. med. Journ. 25. Februar 1899. — Lewandowski, Wirkung des Nebennierenextrakts auf die glatten Muskeln der Haut. Zentralbl. für Physiol. 1900. Bd. 14. S. 433. — Lewin, Über das Epinephrin. Fortschritte der Medizin 1905. Nr. 1. — Lichtwitz, Archives internat. de laryngologie 1900. Nr. 2. — Liebl, Über Lokalanästhesie mit Novokain-Suprarenin. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 5. — Liebl, Zur Frage gebrauchsfertiger, suprareninhaltiger Lösungen in der Lokal- und Lumbalanästhesie. Beiträge zur klin. Chir. Bd. 52. Heft 1. — Loeper, Compt. rend. de la soc. de biol. 14. 21. November 1903. — Mackenzie, Suprarenal gland extract in the epistaxis of haemophilie. Brit. med. Journ. 27. April 1901. — Maurange, De l'emploi de l'extrait aqueux de capsules surrénales en ophthalmologie. Gazette méd. de Paris 1897. Nr. 75. — Milligan, Nebennierenextrakt als Hämostaticum bei Hämophilie. Brit. med. Journ. 1. Februar 1902. — Minter, Adrenalin and cocain. Med. news 1902. — Möller, Nebennierenextrakt in der Zahnheilkunde. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1902. Heft 9. — Moore, Journ. of physiol. 1895, Bd. 17. 1897, Bd. 21. — Moore und Purinton, Über den Einfluß minimaler Mengen des Nebennierenextrakts auf den arteriellen Blutdruck. Pflügers Archiv 1900. Bd. 81. — Moure und Brindel, Adrenalin in der Oto-, Rhino- und Laryngologie. Revue hebdomad. de laryngol. 1901. Nr. 52. — Müller, Über künstliche Blutleere. Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 5, 6, 13. — Müller, Anämisierung und Lokalanästhesie. Zentralbl. für Gynäkol. 1905. Nr. 2. — Neugebauer, Eine Gefahr des Adrenalins. Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 51. — Neusser, Erkrankungen der Nebennieren. Spezielle Pathol. und Therapie von Nothnagel. Wien 1897. Bd. 7. — Nyström, Über lokale und regionäre Anästhesie mit Kokain und Kokain-Adrenalin. Allmänna svenska Läkartidningen 1905. Nr. 33—35. — Olivier und Schäfer, The physiological effects of extracts of the suprarenal capsules. Journ. of physiol. 1895. Bd. 18. Nr. 3. — Orgler, Zur Physiologie der Nebennieren. (Sorgfältige Literatursammlung.) Diss. Berlin 1898. — Pal, Semaine médicale 1901. Nr. 44. S. 381. — Peiser, Über Anwendung der Kokain-Adrenalinanästhesie bei größeren chirurgischen Operationen. Straßburger med. Zeitung 1905. Heft 1. — Pellacani, Arch. per le science med. 1879. (Zitiert nach Hultgren und Anderson.) — Peters, Über die schmerzstillende Wirkung des Nebennierenextrakts. Lancet 2. März 1901. — Peters, Brit. med. Journ. of dental science. März 1902. — Peters, Zur Anwendung des Adrenalins und ähnlicher Nebennierenpräparate in der Gynäkologie. Der Frauenarzt 1904. Heft 1, 2. — Pick, Archiv für Gynäkol. Bd. 64. Heft 3. — Radzieh, Nebennierenextrakt in der Rhino-Laryngologie. Therapie der Gegenwart 1902. Nr. 5. — Recke, Vergleichende experimentelle Untersuchungen lokalanästhesierender Mittel. Diss. Leipzig 1903. — Rhodes und Scott, Zwei Fälle von Blutung, die durch Nebennierenextrakt geheilt wurden. St. Barthol. Hosp. Journ., November 1901. — Riballier, L'anesthésie locale des tissus inflammés par injection de cocaine-adrénaline. Thèse, Paris 1904. — Rode, Das Adrenalin in der Rhino-Laryngologie. Wiener klin. Rundschau 1902. Nr. 33, 34. — Rosenberg, Nebennierenextrakt in der Rhino-Laryngologie. Ber-

liner klin. Wochenschr. 1902. Nr. 26. — Salecker, Erfahrungen über die Verwendung von Nebennierensubstanzen zu örtlicher Analgesierung. Deutsche militärärztl. Zeitschr. 1904. Heft 11. — Samberger, Wirkung des Nebennierenextrakts auf Hunde. Wiener med. Wochenschr. 1902. Nr. 29. — Sassetzky, Über den Einfluß erhöhter und herabgesetzter Temperaturen auf die Resorption an der Stelle in einer subkutanen Injektion. St. Petersburger med. Wochenschr. 1880. Nr. 15, 19. — Schäfer, On certain practical application of extract of suprarenal medulla. Brit. med. Journ. 27. April 1901. — Schücking, Hochgradige Hautverfärbung nach Injektion von Nebennierenextrakt. Münchener med. Wochenschrift 1904. Nr. 5. — Sikemeier, Erfahrungen über Adrenalin- und Kokain-Adrenalinanästhesie. Archiv für klin. Chirurg. Bd. 78. Heft 2. — Simon, Erfahrungen mit Lokalanästhesie durch Eukain und Eukain-Adrenalin. Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 51. — Singer, Die Nebennieren und ihr wirksames Prinzip. Therap. Monatshefte 1902. Nr. 1, 2. — Skarp, Anwendung des Nebennierenextrakts in der rhino-laryngologischen Praxis. New York med. Journ. 12. August 1899. — Stolz, Kokain-Adrenalinanästhesie in der Chirurgie. Unterelsäss. Ärzteverein. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 22. — Strehl und Weiß, Beiträge zur Physiologie der Nebennieren. Pflügers Archiv 1901. Bd. 86. S. 107. — Swain, Internat. Zentralbl. für Laryngol. 1899. — Szymonowicz, Die Funktion der Nebennieren. Pflügers Archiv 1896. Bd. 44. — Takamine, Adrenalin. The therapeutic gazette. 15. April 1901. — Thies, Erfahrungen bei Verwendung des Adrenalins zur Unterstützung der lokalen Anästhesie. Diss. Leipzig 1903. — Thies, Wird die Giftigkeit des Kokains durch Kombination mit Adrenalin herabgesetzt? Deutsche Zeitschr. für Chir. 1904. Bd. 74. S. 434. — Thomas, Suprarenalextract as a haemostatic. Brit. med. Journ. 23. November 1900. — Tinker, Bloodless Perineal Prostatektomy under Local Anaestesia. Journ. of amer. medical Association. 1. Februar 1905. — Velich, Über die Einwirkung des Nebennierensaftes auf den Blutkreislauf. Wiener med. Blätter 1896. Nr. 15—21. — Velich, Über die Einwirkung der örtlichen Applikation des Nebennierenextrakts auf die Blutgefäße der Haut des Menschen. Wiener med. Blätter 1897. Nr. 45. — Vulpian, Note sur quelques réactions propres à la substance des capsules surrénales. Compt. rend. de l'academ. de Paris 1856. Bd. 43. S. 633. — Weyrich, Die blutdrucksteigernde Substanz der Nebennieren, das Suprarenin. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Kassel 1903. — Wiener, Die Extraktion periostitischer Zähne unter gefahrloser, totaler Lokalanästhesie. Schweiz. Vierteljahrsschr. für Zahnärzte 1896. Nr. 4. — Wölfler, Über den Einfluß der Esmarchschen Blutleere auf die Resorption flüssiger Stoffe. Langenbecks Archiv. Bd. 27. — Zuelzer, Berliner klin. Wochenschr. 1901. Nr. 48.

9. Kapitel.

1. und 2. Oberflächenanästhesierung. Kokainkataphorese.

Corning, The painless production of local anaesthesia. New York med. Journ. 1886. S. 518. — Dorn, Die Elektrizität und ihre Verwendung in der Zahnheilkunde. Leipzig 1898. — Gonka, Über Anästhesierung der Haut durch elektrische Ströme. Przeglad lekarski 1899. Nr. 40—42. — Harries, Cataphoric medication and cocaine as a local anaesthetic. Lancet 25. Oktober 1890. S. 869. — Herzog, Über die Wirkung des Kokains auf die Haut. Münchener med.

Wochenschr. 1886. S. 232. — Karfunkel, Über Kataphorese. Archiv für Dermatologie und Syphilis 1898. — Lorenz, Wiener klin. Wochenschr. 1889. Nr. 9. — Peterson, Electric cataphoresis as a therapeutic measure. New York med. Journ. 1889. S. 449. — Peterson, A further study of anodal diffusion as a therapeutic agent. New York med. Rec., 31. Januar 1891. — Remak, Eulenburgs Realenzyklopädie. Artikel „Elektrotherapie". — Reynolds, Kokainkataphorese. Journ. of the amer. med. association 1887. Bd. 9. Nr. 5. — Störk, Über Kokainanästhesie. Wiener med. Wochenschr. 1896. Nr. 46. — Wagner, Eine Methode, Hautanästhesie durch Kokain zu erzeugen. Wiener med. Blätter 1886. Nr. 6.

3. und 4. Infiltrationsanästhesie und Leitungsanästhesie.

Albers, Kokainanästhesie bei größeren chirurgischen Operationen. Deutsche militärärztl. Zeitschr. 1889. Nr. 11. — Arendt, Weitere Beiträge über regionäre Kokainanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1898. Nr. 15. — Auber, La cocaine en chirurgie. Thèse, Paris 1892. — Barker, On local infiltration analgesia. The Lancet, 4. Februar 1899. — Barker, A note of some further experience of operations under local analgesia produced with eucaine. The Lancet, 20. Januar 1900. — Bauer, Erfarnheten med Schleichs Infiltrationsanaesthesi. Hygiea LX. 1. S. 46. — Baumgarten, Das Schleichsche Verfahren bei Operationen der Septumverbiegungen und Leisten. Archiv für Laryngol. und Rhinolog. 1899. Bd. 9. Heft 3. — Berndt, Über die Anwendung der regionären Anästhesie bei größeren Operationen an den Extremitäten. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 27. — Biberfeld, Über die Druckverhältnisse in der Schleichschen Quaddel. Archives internat. de pharm. et de thérap. 1900. Bd. 6. Heft 5 u. 6. — Bodine, The radical cure of inguinal hernia with local anaesthesia. New York med. rec. 14. Februar 1903. — Braatz, Zur Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1895. Nr. 26. — Braatz, Allgemeinanästhesie und Lokalanästhesie. Berliner Klinik 1897. Heft 103. — Braun, Über Infiltrationsanästhesie und regionäre Kokainanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1897. Nr. 17. — Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Archiv für klin. Chir. 1898. Bd. 57. Heft 2. — Braun, Über Infiltrationsanästhesie und regionäre Anästhesie. v. Volkmannsche Vorträge Nr. 228. Leipzig 1898. — Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Leitungsanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 71. Heft 1. — Briegleb, Für Schleich! Zeitschr. für prakt. Ärzte 1897. Nr. 9. — Briegleb, Die Schleichsche Infiltrationsanästhesie und der praktische Arzt. Therapeut. Monatsh. 1897. Heft 12. — Briegleb, Über Schleichs Infiltrationsanästhesie. Der Kinderarzt. Leipzig 1898. — Briegleb, Schleich oder Oberst? Kritische Bemerkungen zur regionären bzw. Infiltrationsanästhesie. Zeitschr. für prakt. Ärzte 1898. Nr. 7. — Ceci, Kokainanästhesie. 11. ital. Chirurgenkongreß. Rom 1896. Refer. im Zentralbl. für Chir. 1896. S. 1171. — Ceci, De l'anesthésie locale par la cocaïne combinée avec l'action générale de la morphine. La semaine méd. 1899. Nr. 6. — Clarke, Observations on cocaine anaesthesia. The Lancet, 18. Januar 1896. — Connel, Local anaesthesia. Annals of surgery, Dezember 1903. — Corning, On the prolongation of the anaesthetic effects of the hydrochlorate of cocaine when subcutanously injected. New York med. Journ. 1885. II. S. 317. — Cossmann, Über Lokalanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1900. Nr. 51. — Crile, An experimental and

chimical research into cocain and eucain. Journ. of the amer. med. associat., Februar 1902. — Cushing, The employment of local anaesthesia in the radical cure of certain cases of hernia with a note upon the nervous anatomy of inguinal region. Annals of the surgery, Januar 1900 und John Hopkins Hospital bull., März 1900. — Custer, Infiltrationsanästhesie. Korrespondenzbl. für die Schweiz. Ärzte 1897. Nr. 13 u. 14. — Custer, Kokain- und Infiltrationsanästhesie. Basel 1898. — Custer, Die Verwendbarkeit des Tropakokains in der Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 32. — Dipper, Über Schleichs Infiltrationsmethode. Deutsche med. Wochenschr. 1896. Nr. 50. — Engzelius, Report of 53 cases of anesthesia by the Schleich method. New York med. rec. Juni 1898. — Fillion, De la cocaine dans les interventions chirurgicales. Thèse de Paris 1895. — Freudenberg, Schleichs Anästhesierungsmethode für chirurgische Zwecke. Frauenarzt 1898. Heft 2. — von Friedländer, Erfahrungen über die Lokalanästhesie nach Schleich. Wiener klin. Wochenschr. 1900. Nr. 50. — Frohmann, Über Schleichsche Anästhesie bei Zahnextraktionen. Therap. Monatshefte 1896. Nr. 5. — Gabryszewski, Über den Wert des Kokains in der Chirurgie. Przeglad lekarski 1894. Nr. 2—5. Refer. im Zentralbl. für Chir. 1894. S. 1173. — Gerhardi, Zur Infiltrationsanästhesie nach Schleich. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 6. — Gerhardi, Zur regionären Anästhesie nach Oberst. Münchener med. Wochenschr. 1898. Nr. 39. — Gessner, Nerve blocking to prevent amputation shok. Amer. journ. of surgery, Dezember 1905. — Gottlieb, Lokale Anästhesie nach Schleich. Chirurgia. Bd. 2. Heft 11. — Gottstein, Die Verwendung der Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1896. Nr. 41. — Gottstein, Erfahrungen über Lokalanästhesie an der Breslauer chirurgischen Klinik. Verhandlungen des Chirurgenkongr. 1898 und v. Langenbecks Archiv 1898. Bd. 57. Heft 2. — Hackenbruch, Über lokale Analgesie bei Operationen. Verhandlungen des Chirurgenkongr. 1898 und v. Langenbecks Archiv 1898. Bd. 87. Heft 2. — Hackenbruch, Örtliche Schmerzlosigkeit bei Operationen. Erfahrungen über Anwendung der lokalen Analgesie bei 250 Operationen. Wiesbaden 1897. — Heidenhain, Trepanation unter Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1904. Nr. 9. — Heimann, Ein Beitrag zur regionären Kokainanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1899. Nr. 1. — Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virchows Archiv 1898. Bd. 153. Heft 3. — Hermann, Über Lokalanästhesie und die Grenzen ihrer Anwendung. Wiener klin. Wochenschr. 1898. Nr. 50. — Herzen, Die Anwendung der regionären Anästhesie bei großen Operationen. Verhandlungen der Gesellsch. russ. Ärzte in Moskau 1902. Refer. im Zentralbl. für Chir. 1902. — Hölscher, Beitrag zur regionären Anästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1899. Nr. 8. — Hofmeister, Zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Bruns Beiträge zur klin. Chir. Bd. 15. Heft 2. — Honigmann, Zur Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1897. Nr. 51. — van Hook, The valour of infiltrationsanaesthesie. Boston med. Journ. Oktober 1895. — Kapelusch, Zur Kokainanalgesie. Wiener med. Wochenschr. 1902. Nr. 12 u. 13. — Kendirdjy, L'anesthésie chirurgicale par la cocaïne. Thèse de Paris 1902. — Klamann, Zur lokalen Anästhesie. Monatsschr. für Unfallheilk. 1895. Nr. 4. — Kleinhaus, Über die Verwendung der Schleichschen Infiltrationsanästhesie bei gynäkologischen Operationen. Monatsschr. für Geburtshilfe und Gynäkol. 1898. Heft 6. — Kofmann, Blutleere als Lokalanästhesie. Zentralbl. für Chir.

1898. Nr. 40. 1899. Nr. 7. — Kolaczek, Zur Narkosenfrage (Infiltrationsanästhesie bei Bauchoperationen). Deutsche med. Wochenschr. 1896. S. 179. — Korsch, Über Infiltrationsanästhesie. Deutsche militärärztl. Zeitschr. 1896. Heft 3. — Krecke, Zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 42. — Krogius, Zur Frage der Kokainanalgesie. Zentralbl. für Chir. 1894. Nr. 11. — Krogius, Zur Geschichte der sogenannten regionären Kokainanästhesie. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 70. S. 214. — Krymow, Einige Bemerkungen zur Frage der lokalen Kokainanästhesie. Russki Wratsch 1903. Nr. 33. — Kummer, De l'anesthésie locale par cocaine. Revue de la Suisse romande 1890. S. 85. — Lachmund, Über lokale und regionäre Anästhesie. Diss. München 1901. — Legrand, Nouvelle aiguille pour l'anesthésie locale des surfaces courbes et en particulier, de la region anale. Bull. général de thérapeutique 8. November 1897. — Legrand, L'anesthésie locale en chirurgie. XIII. Congrès international de méd. Gaz. des hôp. 1900. Nr. 94. — Legrand, L'anesthésie locale en chirurgie générale. Paris 1900. — Lennander, Über die Sensibilität der Bauchhöhle und über lokale und allgemeine Anästhesie bei Bauch- und Bruchoperationen. Zentralbl. für Chir. 1901. Nr. 8. — Lennander, Beobachtungen über die Sensibilität der Bauchhöhle. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Mediz. und Chir. 1902. Bd. 10. Heft 1, 2. — Lennander, Weitere Beobachtungen über Sensibilität in Organ und Gewebe. Deutsche Zeitschr. für Chir. 1904. Bd. 73. S. 297. — van Lier, Regionäre Anästhesie. Nederl. Tydschr. v. Geneeskd. 1903. I. S. 507. — Link, Über Anästhesie durch künstliches Ödem. Diss. Würzburg 1897. — Lund, Recent advances in the methods of local anesthesia. Med. and. surg. reports of the Boston City Hospital 1896. — Manz, Über regionäre Kokainanästhesie. Zentralblatt für Chir. 1898. Nr. 7. — Matas, The growing importance and value of local and regional anaesthesia in minor and major surgery. Transactions Louisiana State med. soc. 1900. S. 329. — Matas, Local and regional anaesthesia with cocain and other analgesic drugs, including the subarachnoid method, as applied in general surgical practice. The Philadelphia med. journ. 3. November 1900. — Matas, Massive Infiltration anesthesia with weak analgesic solutions. (Modified Schleich method.) Amer. med. 28. Dezember 1901. — Mehler, Über Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1896. Nr. 45. u. 46. — Mikulicz, Methoden der Schmerzbetäubung. Verhandlungen der deutschen Gesellsch. für Chir. 1901. II. S. 563. — Moszkowicz, Ein Apparat für Schleichsche Infiltrationsanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1901. Nr. 19. — Niedzielski, Zur Lokalanästhesie nach Schleich. Kronika lekarska 1900. Nr. 7. — Noack, Erfahrungen über die Schleichsche Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 6. — von Oettingen, Anästhesierung nach Oberst. Zeitschr. für ärztl. Fortbildung 1904. Nr. 19. — Ostwaldt, Über tiefe Alkohol-Kokain- oder Alkohol-Stovain-Injektionen bei Trigeminus- und anderen Neuralgien. Berliner klin. Wochenschr. 1906. Nr. 1. — Parvin, Schleichs local anesthesia in surgery. Med. and. surg. rep. 1896. Nr. 6. — Prior, Om Kokain og dets anvendelse i kirurgien som lokalt anastetikum. Ugeskrift for Läger 1903. S. 49. Copenhagen. — Reclus et Wall, Sur la cocaïne en chirurgie. Revue de chir. 16. Februar 1889. — Reclus, De l'anestésie locale par la cocaïne. Gaz. hebd. 1890. Nr. 13. S. 246. — Reclus, L'anesthésie par la cocaïne. Gaz. des hôp. 1891. Nr. 15. S. 132. — Reclus, De l'analgésie par la cocaïne en chirurgie

courante. La semaine méd. 1893. Nr. 5. — Reclus, Les indications de la cocaïne. Semaine méd. 1893. Nr. 55. S. 434. — Reclus, De l'anesthésie locale au moyen de cocaïne. La semaine méd. 1896. Nr. 26. — Reclus, Cocainisation. Bull. et mém. de la soc. de Chir. 1903. Nr. 13. — Reclus, De l'analgésie localisée par la cocaïne. Incision du panaris; discussion. Bull. de l'acad. de méd. 1903. Nr. 6. — Reclus, La cocaïne en chirurgie. Paris 1895. — Reclus, l'anesthésie localisée par la cocaïne. Paris 1903. (Neue, verbesserte Aufl. des vorigen.) — Reichborn-Kjennerud, La narcose et l'anesthésie. Bull. gén. de thérap. 1899. 2. u. 4. — Reichold, Zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1897. Nr. 42. — Ried, Zur Infiltrationsanästhesie. Beiträge zur klin. Chir. 1897. Bd. 19. Heft 3. — Riedel, Technik der Kropfoperationen. Deutsche med. Wochenschr. 1905. Nr. 22. — Römer, Infiltrationsanästhesie. Weekbl. v. h. Nederl. Tydschr. v. Geneesk. 1896. II. S. 858. — Romme, Lokalanästhesie. Presse méd. 29. Dezember 1897. — Rubinstein, Über lokale Anästhesie, insbesondere größerer Gelenke. Verhandlungen des 27. Chirurgenkongr. 1898. — Ruge, Versuche mit der Schleichschen Lokalanästhesie und dem Schleichschen Narkosengemisch. Charité-Annalen 1896. — Scharff, Über die Verwendbarkeit der Schleichschen Infiltrationsanästhesie in der Praxis der Dermatologen. Monatshefte für prakt. Dermatolog. 1895. Bd. 19. Nr. 3. — Schlatter, Über Lokalanästhesie. Korrespondenzbl. für Schweiz. Ärzte 1896. Nr. 10. — Schleich, Die kombinierte Äther-Kokainanästhesie. Deutsche Med.-Ztg. 1891. Nr. 44. — Schleich, Über drei Laparotomien ohne Chloroformnarkose unter Anwendung der lokalen kombinierten Äther-Kokainanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1891. Nr. 35. — Schleich, Über lokale Anästhesie. Verhandlungen der Berliner med. Gesellsch. Berliner klin. Wochenschr. 1891. Nr. 51. S. 1202. — Schleich, Die Infiltrationsanästhesie und ihr Verhältnis zur allgemeinen Narkose. Deutscher Chirurgenkongr. 1892. I. S. 121. — Schleich, Schmerzlose Operationen. Berlin 1894 (4. Aufl. 1899). — Schleich, Über die therapeutische Verwendung anästhesierender Flüssigkeiten. Hufeland Gesellschaft. Berliner klin. Wochenschr. 1896. Nr. 19. — Schleich, Lokalanästhesie und Narkose. Berliner klin. Wochenschr. 1900. Nr. 13. — Schleich, Über Lokalanästhesie. Deutsche Klinik im 19. Jahrhundert. 1901. — Schmitt, Bauchoperationen ohne Narkose. Münchener med. Wochenschr. 1901. Nr. 30. — Schmitt, Über Operationen unter Kokainanästhesie. Münchener med. Wochenschrift 1896. Nr. 24. — Schou, Infiltrationsanaesthesi ad modum Schleich. Ugeskrift for Läger. Kopenhagen 1897. Nr. 5. — Sellheim, Herabsetzung der Empfindlichkeit der Bauchdecken und des Peritoneum perietale durch perineurale Injektion anästhesierender Lösungen an die Stämme des N. N. intercostales, subcostales, des N. ileo-hypogastricus und ileo-inguinalis. Verhandlungen des 9. deutsch. Gynäkologenkongr. 1906. — Simonson und Cohn, Die Bedeutung der Schleichschen Infiltrationsanästhesie für den praktischen Arzt. Berliner klin. Wochenschr. 1897. Nr. 30. — Spiegel, Eine selbstwirkende Injektionsspritze. Wiener klin. Wochenschr. 1902. Nr. 13. — Steinthal, Die lokale Anästhesie. Med. Korrespondenzbl. 1896. Bd. 66. Nr. 34. — Stone, Anaesthesia by the Schleich method. New York med. rec., Februar 1898. Bd. 53. Nr. 6. S. 214. — Strauß, Eine neue automatische Spritze für Infiltrationsanästhesie und andere Zwecke. Deutsche med. Wochenschr. 1903. Nr. 7. — Sudeck, Über Lokalanästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1898. Nr. 8. — Terret, Cocain

and eucain in local anaesthesia as applied by the combined infiltration and regional methods in major surgery of the extremities, with illustrated cases. New Orleans med. and surg. journ. 1901. — Trzebicky, Über Schleichsche Infiltrationsanästhesie. Wiener med. Wochenschr. 1899. Nr. 13. — Westermark, Ein Beitrag zur Frage der Lokalanästhesie bei komplizierten Bauchoperationen. Hygiea 1899. Bd. 61. Heft 6. S. 667. — Wikerhauser, Operationen mit Schleichscher Analgesie. Liecnicki viestnik 1899. Nr. 8. (Kroatisch.) Refer. im Zentralblatt für Chir. 1899. Nr. 42. — Wittkowski, Über Schleichsche Infiltrationsanästhesie. Ärztl. Monatsschr. 1898. Nr. 1. — Wohlgemuth, Über den gegenwärtigen Stand der lokalen Anästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1898. Nr. 44. — Wullenweber, Schraubendruckspritze. Deutsche med. Wochenschr. 1897. Nr. 49. — Zawadzki, Zweckmäßige und billige Spritze zur Injektion von Schleichscher und physiologischer Kochsalzlösung. Zentralbl. für Chir. 1901. Nr. 35.

5. Medullaranästhesie.

Achard, L'injection intra-rachidienne de cocaïne dans le traitement de quelques affections douloureuses. Soc. de reurolog. de Paris 1901. III. — Achard et Laubry, L'injection intravertébrale de cocaïne en thérapeutique médicale. Gaz. hebd. de méd. et de chir. 1901. Nr. 62. — Adam, Abduzenslähmung nach Lumbalanästhesierung. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 8. S. 360. — von Arlt, Ein neues Instrumentarium für Lumbalanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 34. — Auderbert, Einfluß der subarachnoidealen Kokaineinspritzungen auf die Kontraktilität des Uterus. Toulouse 1902. — Bainbridge, A report of twenty-four operations performed during spinal analgesia. Medical News. Mai 1901. — Baisch, Lumbalanästhesie in der Gynäkologie und Geburtshilfe. Deutsche med. Wochenschr. 1906. Nr. 38. — Baisch, Erfahrungen über Lokalanästhesie mit Stovain, Alypin und Novokain. Beitr. zur klin. Chirurgie Bd. 52. Heft 1. — Becker, Operationen mit Rückenmarksanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 28. — Bier, Versuche über Kokainisierung des Rückenmarks. Deutsche Zeitschr. für Chir. 1899. Bd. 51. Heft 3 u. 4. — Bier, Bemerkungen zur Kokainisierung des Rückenmarks. Münchener med. Wochenschr. 1900. Bd. 36. — Bier, Weitere Mitteilungen über Rückenmarksanästhesie. Archiv für klin. Chir. 1901. Bd. 64. Heft 1. — Bier und Dönitz, Rückenmarksanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1904. Nr. 14. — Bier, Über den jetzigen Stand der Rückenmarksanästhesie, ihre Berechtigung, ihre Vorteile und Nachteile gegenüber anderen Anästhesierungsmethoden. Deutscher Chirurgenkongreß 1905. II. S. 113. — Bier, Rückenmarksanästhesie. Mediz. Klinik 1906. Nr. 43. — Braun (Göttingen), Über die Lumbalpunktion und ihre Bedeutung für die Chirurgie. Deutscher Chirurgenkongr. 1897. II. S. 53. — Broca, Rachicocainisation suivie de mort. Bull. et mém. de la soc. de chir. 1901. Nr. 25. — Brocard, Les injections épidurales par la méthode de Sicard. La presse méd. 1901. Nr. 49. — Brunner, Über die Erfolge mit Lumbalanästhesie bei gynäkologischen Operationen. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 23. S. 1138. — Busse, Über die Verbindung von Morphium-Skopolamininjektionen mit Rückenmarksanästhesie bei gynäkologischen Operationen. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 38. S. 1859. — Cadol, L'anesthésie par les injections de cocaïne sous l'arachnoïde lombaire. Thèse de Paris 1900. — Caesar: Mitteilungen aus den Hamburger Staatskrankenanstalten. Bd. 7. — Cathelin, Les injections épidurales du canal sacré. Paris 1902. — Chaput, Sur la cocaïne lombaire. Bull. et mém. de la soc. de Chir.

1901. Nr. 29. — Chaput, L'anesthésie générale ou très étendue obtenue par la rachicocaïnisation. La presse méd. 1901. Nr. 90. — Chaput, Resection du coude opérée au moyen de l'anesthésie lombaire. Bull. et mém. de la soc. de Chir. 1901. Nr. 21. — Chaput, De la cocaïnisation lombaire. Bull. et mem. de la soc. chir. de Paris 1903. Bd. 27. S. 451. — Chaput, L'anesthésie lombaire par la stovaine. Bull. et mém. de la soc. de chir. de Paris 1906. Bd. 32. S. 131. — Chipault, La ponction lombo-sacrée. Acad. de méd. 6. April 1877. — Chipault, La méthode épidurale. Congrès français de chir. 1901. S. 377. — Colombani, Erfahrungen über lumbale Analgesie mit Tropakokain. Wiener klin. Wochenschr. 1905. Nr. 21. — Corning, Spinal anaesthesia and local medication of the cord. New York med. journ. 1885. S. 483. — Corning, Local anaesthesia. New York 1886. — Corning, Pain. New York 1894. — Corning, Some conservative jottings apropos of spinal anaesthesia. New York med. rec. 20. Oktober 1900. — Dandois, Accidents cérébro-spinaux tardifs et prolongés après cocaïnisation de la mœlle. Journ. de chir. et annals de la soc. belg. de chir. 1901. Heft 4. — Deetz, Erfahrungen an 360 Lumbalanästhesien mit Stovain-Adrenalin. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 28. — Demelin, De la cocaïne en obstétrique. L'obstétrique. Paris 1901. 2. — Dickinson, Theory and practice of spinal cocainization. New York med. rec. 7. Februar 1903. — Dönitz, Kokainisierung des Rückenmarks unter Verwendung von Adrenalin. Münchener med. Wochenschr. 1903. Nr. 34. — Dönitz, Technik, Wirkung und spezielle Indikation der Rückenmarksanästhesie. Deutscher Chirurgenkongreß 1905. II. S. 525. — Dönitz, Wie vermeidet man Mißerfolge bei der Lumbalanästhesie? Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 28. — Dönitz, Die Höhenausdehnung der Spinalanalgesie. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 48. — Doleris, Analgésie par injection de cocaïne dans l'arachnoïde lombaire. Compt. rend. de la soc. d'obstétr., de gynécolog. et de praediatrie de Paris. Dezember 1900. S. 328. — Doleris et Malartic, Analgésie obstétricale par injection de cocaïne dans l'arachnoide lombaire. Ann. de gyn. et d'obst. Dezember 1900. Bd. 54. S. 627. — Dumont, Kokainisierung des Rückenmarks. Korrespondenzbl. für Schweiz. Ärzte 1900. Nr. 19. — Dupaigne, Anesthésie rachidienne par la cocaïne appliquée aux accouchements. Ann. de gyn. et d'obst. Januar 1901. — Eden, Tierversuche über Rückenmarksanästhesie. Deutsche Zeitschr. für Chir. 1902. Bd. 67. — Ehrenfest, A few remarks on the use of medullary narcosis in obstetrical cases. New York med. record. 22. Dezember 1900. — Engelmann, Ersatz des Kokains durch Eukain-B bei der Bierschen Kokainisierung des Rückenmarks. Münchener med. Wochenschr. 1900. Nr. 44. — Fink, Über Eukainisierung des Rückenmarks. Prager med. Wochenschr. 1901. Nr. 15. — Finkenburg, Neurologische Beobachtungen und Untersuchungen bei der Rückenmarksanästhesie mittels Kokain und Stovain. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 9. — Fowler, A study of eigthy one cases operated under analgesia obtained by intraarachnoid spinal cocainization. Med. News. 5. Januar 1901. — Freund, Weitere Erfahrungen mit der Rückenmarksnarkose. Deutsche med. Wochenschr. 1906. Nr. 28 und Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 30. S. 1490. — Füster, Erfahrungen über Spinalanalgesie. Beitr. zur klin. Chirurgie Bd. 46. S. 1. — Galvani, Revue de gyn. et de chir. abdom. 1901. Nr. 4.— Goffe, Cocaine anesthesia by lumbar puncture, two cases of hysterectomy. Med. News. 13. Oktober 1900. — Goffe, Medullary anesthesia in gynaecologie. Journ. of the amer. med. assoc. 17. November 1900. — Goldan, Some observations on an-

esthesia by intraspinal injection of cocaine. Med. News. 10. November 1900. — Golebski, Über Kokainisierung des Rückenmarks. Botkins balnitschaja gaseta 1900. Nr. 18. (Russisch.) Ref. im Zentralbl. für Chir. 1901. Nr. 6. — Greiffenhagen, Schwere Respirationsstörungen infolge medullärer Stovainanästhesie. Zentralbl. für Chir. 1906. Nr. 19 u. 23. — Guéniot, Sur l'anesthésie médullaire appliquée aux accouchements. Bull. de l'acad. de méd. 1901. Nr. 3. — Guinard, Lapins cocaïnés, Discussion. Bull. et mém. de la soc. de chir. de Paris 1901. Nr. 26. — Guinard, Technique nouvelle de la rachicocaïnisation. Gazette des hôpitaux 1901. Nr. 79. — Guinard, Technique rationelle de la rachicocaïnisation. Congrès français de chir. 1901. S. 275. — Guinard, A propos de la rachicocaïnisation. La presse méd. 1901. Nr. 91. — Hackenbruch, Zur Technik der Rückenmarksanästhesie. Zentralbl. für Chirurgie 1906. Nr. 14. — Hahn, Über Kokainisierung des Rückenmarks. Mitteilg. aus den Grenzgeb. der Med. und Chir. 1900. S. 336. — Heinecke und Laewen, Experimentelle Untersuchungen und klinische Erfahrungen über die Verwendbarkeit von Novokain für die örtliche Anästhesie. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 80. S. 180. — Heinecke und Laewen, Erfahrungen über Lumbalanästhesie mit Stovain und Novokain. Beitr. zur klin. Chir. Bd. 50. Heft 2. — Heinecke und Laewen, Experimentelle Untersuchungen über Lumbalanästhesie. Archiv für klin. Chir. Bd. 81. Heft 1. — Henricsson, Operationen bei medullarer Tropakokain-Analgesie. Finska läkaresälskapets handlingar. 1903. Bd. 45. Heft 7. S. 28. — Hermes, Weitere Erfahrungen über Rückenmarksanästhesie mit Stovain und Novokain. Med. Klinik 1906. Nr. 13. — Hildebrandt, Die Lumbalanästhesie. Berliner klin. Wochenschr. 1905. Nr. 34. — Hopkins, Anaesthesia by cocainization etc. Philadelphia med. journ. 1900. — Illing, The use of tropacocain in spinal anaesthesia. Journ. of the amer. med. assoc. März 1902. — Jaboulay, Drainage de l'espace sous-arachnoidien et injection de liquides médicamenteux dans les méninges. Lyon méd. 15. Mai 1898. — Jaboulay, Injections médicamenteux dans le liquide céphalo-rachidien. Lyon méd. 4. August 1901. — Jakob, Duralinfusion. Berliner klin. Wochenschr. 1898. Nr. 21, 22. — Jedlicka, Über subarachnoideale Injektionen. Sbornik klin. Bd. 2. Nr. 3. Referat im Zentralbl. für Chir. 1902. Nr. 11. — Julliard, Anesthésie par la cocaïne. Revue méd. de la Suisse romande 1901. Nr. 4. — Kallionzis, A propos de l'analgésie chirurgicale par la voie rachidienne; injections sous-arachnoidiennes de cocaïne. Revue de chir. 1901. Nr. 10. — Kammerer, Erfahrungen mit Kokainanästhesie. New Yorker med. Monatsschr. Januar 1901. — Kanin, Über die Analgesie mittels Kokainisierung des Rückenmarks. Diss. Leipzig 1901. — Karlow, Von der medullären Anästhesie. Hygiea 1902. Bd. 2. S. 344. — von Karos, Zur Rückenmarksanästhesie. Wiener med. Wochenschr. 1905. Nr. 20, 21. — Kayser, Drei unter Kokainisierung des Rückenmarks nach Bier ausgeführte Operationen. Hygiea 1901. Nr. 1. S. 37. Ref. im Zentralbl. für Chir. 1902. Nr. 1. — Kendirdjy, L'anesthésie chirurgicale par la cocaïne. Thèse de Paris 1902. — Kijewski, Über die Anästhesierung des Rückenmarks durch Kokain. Gaz. lekarska 1900. Nr. 49, 50. Referat in Hildebrands Jahresber. 1900. S. 22. — Klapp, Experimentelle Studien zur Lumbalanästhesie. Verhandlg. der deutschen Gesellsch. für Chir. 1904 und Archiv für klin. Chir. Bd. 75. Heft 1. — Koder, Über Lumbalanästhesie. Wiener med. Wochenschr. 1905. Nr. 37. — Koenig, Bleibende Rückenmarkslähmung nach Lumbalanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 23. — Kopfstein,

Erfahrungen mit der spinalen Anästhesie nach Bier. Wiener klin. Rundschau 1901. Nr. 49. — Kozlowski, Bedeutung der Corning-Bierschen Analgesie des Rückenmarks für die Kriegschirurgie. Wiener med. Wochenschr. 1901. Nr. 46. — Kozlowski, Über ein neues Verfahren bei der Lumbalpunktion. Zentralbl. für Chir. 1902. Nr. 45. — Kreis, Über Medullarnarkose bei Gebärenden. Zentralbl. für Gynäkol. 1900. Nr. 28. — Krönig, Weitere Erfahrungen über die Kombination des Skopolamin-Morphium-Dauerschlafs mit der Rückenmarksanästhesie bei Laparotomien. Naturforscherversammlung Stuttgart 1906. Zentralbl. für Gynäkol. 1906. Nr. 44. — Kurzwelly, Die Medullaranästhesie mittels Kokain-Suprarenin. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 78. S. 142. — Laborde, Sur les injections intra-arachnoidiennes de cocaïne. (Méthode de Bier.) Bull. de l'académie de méd. 1900. Nr. 12. — Labusquière, De l'anesthésie par injection de cocaïne sous l'arachnoide lombaire. Ann. de gyn. et d'obstétr. Januar 1901. — Lang, Lähmungen nach Lumbalanästhesie mit Novokain und Stovain. Deutsche med. Wochenschr. 1906. Nr. 35. — Landow, Ein Fall von doppelseitiger Abdureuslähmung nach Rückenmarksanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 30. — Laplace, Cocain anaesthesia. Philadelphia méd. journ. 1900. — Lazarus, Zur Lumbalanästhesie. Med. Klinik 1906. Nr. 4. — Lea, Spinal anaesthesia by cocaine in gynaecology. Med. chron. 1901. — Lecrenier, L'analgésie chirurgicale par l'injection de cocaïne sous l'arachnoide lombaire. Progrès méd. de Belge. 15. Januar 1901. — Legueu, Deux cas de mort immédiate par rachicocainisation. La presse méd. 1901. Nr. 90. Bull. et mém. de la soc. de chir. 1901. Nr. 34. — Legueu et Kendirdjy, De l'anesthésie par l'injection lombaire intra-rachidienne de cocaïne et d'eucaïne. La presse méd. 1900. Nr. 89. — Lindenstein, Erfahrungen mit der Lumbalanästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1906. Nr. 45. — Littlewood, Operations under analgesia produced by intraspinal injections of cocaine. The Lancet. 27. Septbr. 1902. — Loeser, Augenmuskellähmung nach Lumbalanästhesie. Med. Klinik 1906. Nr. 10. — Malartic, Les injections rachidiennes de cocaïne en obstétrique. Thèse de Paris. La presse méd. 17. Juli 1901. — Marcus, Medullary narcosis (Cornings method.), its history and development. New York med. rec. 13. Oktbr. 1900. — Martin, Die Rückenmarksanästhesie bei Gebärenden. Münchener med. Wochenschrift 1904. Nr. 41. — Marx, Medullary narcosis during labor. New York med. rec. 6. Oktober 1900. — Mathes, Ein übler Zufall nach einem Lumbalpunktionsversuch. Zentralbl. für Gynäkol. 1904. S. 254. — Meerowitz, Medullarnarkose. Bericht über den 1. Kongr. der Gesellsch. russisch. Chir. in Moskau 9. bis 11. Januar 1901. Referat Zentralbl. für Chir. 1901. Nr. 16. — Meyer, Nephrectomy for tuberculosis under spinal anaesthesia with tropacocaine. New York surgical soc. Ann. of surgery. September 1901. — Meyer, Tumor of bladder removed under spinal anaesthesia. New York surgical soc. Ann. of surgery. Oktober 1901. — Mintz, Zur Frage der Medullaranästhesie. Berichte über den 1. Kongr. der Gesellsch. russ. Chir. in Moskau 9. bis 11. Januar 1902. — Mori, Verhalten des Blutdrucks bei der Lumbalanästhesie. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 74. Heft 1, 2. — Morton, The subarachnoid injection of cocain for operations on the upper part of the body. Journ. of the amer. med. ass. 8. November 1902. — Müller, Greifswald, Über Lumbalanästhesie in der Geburtshilfe und Gynäkologie. Monatsschr. für Geburtsh. u. Gynäkol. 1903. Bd. 21. Heft 2. — Murphy, Further experience with subarachnoidean injections of cocaine for analgesia in

all operations below the diaphragm. Med. News. 10. November 1900. — Murphy, Analgesia from spinal subarachnoidean cocainisation. Journ. of the amer. med. assoc. 9. Februar 1901. — Neugebauer, Über Rückenmarksanalgesie mit Tropakokain. Wiener klin. Wochenschr. 1901. Nr. 50—52. — Neugebauer, Erfahrungen über Rückenmarksanalgesie. Naturforscherversammlung in Karlsbad 1902. Zentralblatt für Chir. 1902. S. 1195. — Neugebauer, Erfahrungen über Medullarnarkose. Wiener med. Wochenschr. 1903. Nr. 7—10. — Neugebauer, Rückenmarksanästhesie. Deutscher Chirurgenkongreß 1905. I. S. 202. — Neugebauer, Die Bedeutung der Spinalanalgesie für die Diagnose und Therapie der Erkrankungen des Anus und Rektums. Zentralbl. für Chir. 1905. Nr. 44. — Nicoletti, Die Kokainanalgesie des Rückenmarks in der gynäkologischen Chirurgie. Arch. ital. di gin. 1900. Nr. 3. — Nicoletti, Recherches expérimentales et histopathologiques sur l'anesthésie médullaire au moyen d'injections de chlorhydrate de cocaïne sous l'arachnoide lombaire. Internat. méd. Congrèss. Paris 1900. — Nikolaenkoff, L'anesthesie par la cocainisation de la moelle. Paris 1900. — Odier, Recherches expérimentales sur les mouvements de la cellule nerveuse de la moelle épinière. Rev. méd. de la Suisse romande. Februar und März 1898. — Opitz, Über Lumbalanästhésie bei gynäkologischen Operationen. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 18. — Pédeprade, L'analgésie par injections de cocaïne sous l'arachnoide lombaire en chirurgie. Thèse de Paris 1901. — Peukert, Lumbalanästhesie im Morphium-Skopolamin-Dämmerschlaf. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 14. — Pforte, Medullarnarkose bei gynäkologischen Operationen. Monatsschrift für Geburtshilfe u. Gynäkol. 1906. Bd. 24. Heft 3. — Phelps, Subarachnoidinjections of cocain etc. Philadelphia med. Journ. 1900. — Pitres, Ponction lombaire et effets physiologiques des injections intra-arachnoidiennes de cocaïne. Soc. de méd. et de chir. de Bordeaux. 3. März 1901. — Platonow, Die Rückenmarksanästhesie. Chirurgia. Oktober 1902 (russisch). Ref. im Zentralbl. für Chir. 1903. Nr. 9. — Pochhammer, Zur Technik und Indikationsstellung der Spinalanalgesie. Deutsche med. Wochenschr. 1906. Nr. 24. — Polubogatow-Halbreich, Beiträge zur Frage der Kokainisation des Rückenmarks. Med. Obosrenje. Juli 1901 (russisch). Ref. im Zentralbl. für Chir. 1902. Nr. 6. — Porak, Sur l'anesthésie par voie rachidienne en obstétrique. Bull. de l'acad. de méd. 1901. Nr. 4. — Potherat, Rachicocaïnisation dans la lithotritie. Bull. et mém. de la soc. de Chir. 1901. Nr. 27. — Pousson et Chavannaz, Trois cas d'injection sous-arachnoidienne de chlorhydrate de cocaïne après la méthode de Bier. Journ. de méd. de Bordeaux 1900. Nr. 5. — Preindlsberger, Über Rückenmarksanästhesie mit Tropakokain. Wiener med. Wochenschr. 1903. Nr. 32—33. — Preindlsberger, Weitere Mitteilungen über Rückenmarksanästhesie. Wiener klin. Wochenschr. 1905. Nr. 26 und Deutscher Chirurgenkongreß 1905. I. S. 203. — Preleitner, Über Spinalanalgesie im Kindesalter. Wiener med. Wochenschr. 1905. S. 1402. — Puech, Des injections sous-arachnoidiennes de cocaïne en obstétrique. Gaz. des hôp. 1901. Nr. 86. — Quincke, Die Lumbalpunktion des Hydrozephalus. Berliner klin. Wochenschr. 1891. Nr. 38. — Quincke, Technik der Lumbalpunktion. Wien 1902. — Rauscher, Über Lumbalanästhesie. Zentralbl. für Gynäkol. 1906. Nr. 41. — Ravant et Aubourg, Le liquide céphalorachidien après la rachicocaïnisation. Bull. de la soc. de biologie. 15. Juni 1901. — Reclus, Méthode de Bier. Bull. de l'acad. de méd. 1901. Nr. 11. — Reynier, Lapins cocaïnisés. Bull. et mém. de la soc. de chir. 1901. Nr. 26. — Roeder, Zwei

Fälle von Abduzenslähmung nach Rückenmarksanästhesie. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 23. — Schoemacker, The danger of spinal anaesthesia. Journ. of the amer. med. ass. 1904. Nr. 24. — Schwarz, Erfahrungen über die medullare Kokainanalgesie. Wiener med. Wochenschr. 1900. Nr. 48. — Schwarz, Zur Frage der medullaren Narkose. Zentralbl. für Chir. 1901. Nr. 9. — Schwarz, Erfahrungen über 100 medullare Tropakokain-Analgesien. Münchener med. Wochenschr. 1902. Nr. 4. — Schwarz, 1000 medullare Tropakokain-Analgesien. Wiener klin. Wochenschr. 1906. Nr. 30. — Seldowitsch, Über Kokainisierung des Rückenmarks nach Bier. Zentralbl. für Chir. 1899. Nr. 41. — Severeanu, Cocaïne injectée dans le canal vertébral. Gaz. des hôp. 1900. Nr. 34. — Sicard, Essais d'injections mikrobiennes toxiques et thérapeutiques par voie céphalo-rachidienne. Soc. de biologie. 30. April 1898. — Sicard, Injections sous-arachnoidiennes de cocaïne chez le chien. Soc. de biol. 20. Mai 1899. — Sicard, Les injections sous-arachnoidiennes et le liquide céphalo-rachidien. Thèse de Paris 1900. — Silbermark, Über Spinalanalgesie. Wiener klin. Wochenschr. 1904. Nr. 46. — Smith, A new method of local anaesthesia for surface operations. The Lancet. 14. Juni 1902. — Slajmer, Erfahrungen über Lumbalanästhesie mit Tropakokain in 1200 Fällen. Wiener med. Presse 1906. Nr. 22 u. 23. — Sonnenburg, Rückenmarksanästhesie mittels Stovain. Deutsche med. Wochenschrift 1905. Nr. 9. — Sonnenburg, Die Rückenmarksanästhesie mittels Stovain und Novokain. v. Leuthold-Gedenkschrift Bd. II. S. 157. — Stankiewicz, Zur Kokainisierung des Rückenmarks in der Gynäkologie und Geburtshilfe. Czasopismo lekarskie 1900. Nr. 12. Ref. Hildebrand, Fortschr. der Chir. 1900. S. 48. — Steinthal, Wandlungen in der Narkosenfrage. Med. Korrespondenzbl. des württemberg. ärztl. Landesvereins. 25. August 1906. — Stoner, A theory of the physiology of spinal anaesthesia. Med. News. 29. Dezember 1900. — Stolz, Die Spinalanästhesie in der Gynäkologie und Geburtshilfe. Verhandlg. der deutsch. Gesellsch. für Gynäkol. Oktober 1903. — Stolz, Die Spinalanalgesie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung in der Gynäkologie und Geburtshilfe. Arch. für Gynäkol. 1904. Bd. 73. Heft 3. — Strauß, Medullaranästhesie zur Zystoskopie. Ärztl. Verein zu Frankfurt. 6. November 1905. Münchener med. Wochenschr. 1906. Nr. 2. S. 96. — Stumme, Unsere Erfahrungen über die Kokainisierung des Rückenmarks nach Bier. Beiträge zur klin. Chir. 1902. Bd. 35. Heft 2. — Tilmann, Lumbalanästhesie mit Stovain. Berliner klin. Wochenschr. 1905. Nr. 34. — Trautenrot, Ein Fall von schwerer Stovainvergiftung nach Lumbalanästhesie. Deutsche med. Wochenschr. 1906. Nr. 7. — Trzebicky, Zur Kokainisierung des Rückenmarks nach Bier. Wiener klin. Wochenschr. 1901. Nr. 22. — Tuffier, Analgésie chirurgicale par l'injection de cocaïne sous l'arachnoide lombaire. La presse méd. 1899. Nr. 91 und Bull. et mémoires de la soc. de chir. 1899. S. 905. — Tuffier, Analgésie cocaïnique par voie rachidienne. La semaine méd. 1900. Nr. 51. — Tuffier, Un mot d'histoire à propos de l'analgésie chirurgicale par voie rachidienne. La presse méd. 1900. Nr. 92. — Tuffier, L'analgésie cocaïnique par voie rachidienne. Bull. et mém. de la soc. de chir. 1901. Nr. 14. — Tuffier, L'analgésie cocaïnique par voie rachidienne. La presse méd. 1901. Nr. 33. — Tuffier, Sur la rachicocaïnisation. La presse méd. 1901. Nr. 46. — Tuffier, L'analgésie chirurgicale par voie rachidienne. Paris 1901. — Tuffier, Technique actuelle de la rachicocaïnisation. La presse méd. 1902. Nr. 97. — Tuffier, L'analgésie cocaïnique

par voie rachidienne. Bull. et mém. de la soc. chir. de Paris 1903. Bd. 27. S. 413. — Tuffier et Hallion, Expériences sur l'injection sous-arachnoidienne lombaire. Soc. de biolog. 3. November 1901. — Valliet, Über Anästhesie nach subarachnoidaler Kokaininjektion in den Lumbalsack des Rückenmarks. Therap. Monatshefte 1900. Heft 12. — Vincent, Sur la méthode d'anesthésie par la cocaïnisation rachidienne. Bull. et mém. de la soc. de chir. de Paris 1903. Bd. 27. S. 587. — Villar, Sur la rachi-cocaïnisation. Congrès français de chir. 1901. S. 260. — Völker, Medullaranalgesie mit Tropakokain. Naturhist. med. Verein Heidelberg 16. Mai 1905. Münchener med. Wochenschr. 1905. Nr. 33. S. 1612. — Vulliet, Analgésie par injection sous-arachnoidienne l'ombaire de cocaïne. Rev. méd. de la Suisse romande 1901. Nr. 11. — Zahradnicky, Über medullare Anästhesie. Wiener med. Wochenschr. 1902. Nr. 44—47. — Zeidler et Seldowitsch, Valeur pratique de la cocaïnisation de la moelle etc. Semaine méd. 1899. Nr. 44. — Zeigan, Untersuchungen über subdurale Injektion von Adrenalin und Kokain. Therap. Monatshefte. April 1904. — Ziembicky, Die Medullarnarkose. Vom elften polnischen Chirurgenkongreß. Krakau, Juli 1901. Ref. im Zentralbl. für Chir. 1901. Nr. 51.

Die Literaturnachweise zum 10. bis 17. Kapitel sind im obigen Verzeichnis größtenteils enthalten. Am Schluß dieser Kapitel ist, soweit es wünschenswert erschien, einige Spezialliteratur angegeben.

Autorenregister.

Sachregister.

Die Lokalanästhesie, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und praktische Anwendung

Ein Hand- und Lehrbuch

von

Dr. med. Heinrich Braun

Direktor des Königlichen Sächsischen Krankenstiftes in Zwickau.

Zweite, teilweise umgearbeitete Auflage.

Mit 128 Abbildungen



LEIPZIG

Verlag von Johann Ambrosius Barth

1907.

SCHMIDT, Dr. Heinrich, Dr. L. Friedheim, Dr. A. Lamhofer, Dr. J. Donat, Diagnostisch-therapeutisches Vademecum für Studierende und Ärzte zusammengestellt. 7. Auflage. VI und 430 S. mit Abbildungen. 1906. Als Taschenbuch mit Bleistiftöse in abwaschbarem Leinen elegant gebunden. M. 6.—. Gebunden und mit Schreibpapier durchschossen . . . . M. 7.—.

Schmidt's Jahrbücher: Man kann nicht gut mehr des Tatsächlichen, Wissenswerten auf einen so knappen Raum zusammenfassen. Die Antworten, die der Unsichere erhält, sind überall klar und richtig.

ZUELZER, Dr. G., Chemische und mikroskopische Diagnostik. Eine praktische Einführung für Studierende und Ärzte. XII, 256 S. mit 109 Abbildungen im Text und auf 9 farbigen Tafeln. 1906 . . . . M. 9.—, geb. M. 10.—.

Berliner klinische Wochenschrift: Zuelzers handliches Buch unterscheidet sich von den sonst gebräuchlichen Darstellungen der mikroskopischen und chemischen Diagnostik zunächst durch die Anordnung des Stoffes; es verläßt die übliche systematische Einteilung, welche auf Analyse und Hystologie begründet ist, zugunsten des rein klinischen Gesichtspunktes, nicht unähnlich hierin dem bekannten großen Werke da Costas. Außer den Studierenden werden ältere Praktiker das Buch gern zur Hand nehmen, da es ihnen nicht nur eine Auffrischung älterer Kenntnisse in sehr lesbarer und angenehmer Form bietet, sondern sie auch mit den wichtigsten der neueren Untersuchungsmethoden rasch und ohne Detailkrämerei vertraut macht.

HEUBNER, Prof. Dr. O., Lehrbuch der Kinderheilkunde. 2 Bände. 2. Aufl. 1906. Band I. VIII, 719 S. mit 47 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel. M. 17, geb. M. 19.50. Band II. VIII, 568 S. mit 30 Abbildungen . . . . M. 14, geb. M. 16.50.

Monatsschrift für Kinderheilkunde: Das vorliegende Werk stützt sich auf längjährige Erfahrung und Beobachtung, auf ein „kleines Archiv von Kinderkrankengeschichten" und ist von langer Zeit her sorgfältig vorbereitet. Gerade dadurch, daß in jedem einzelnen Abschnitte die eigene Erfahrung und Forschung des Verfassers zutage tritt, wird das Buch für jeden Arzt und Forscher eine Fülle von Anregung bringen, wie die klare Darstellung des tatsächlich Erforschten und die gesunde Kritik gegenüber dem noch Zweifelhaften es zu einem ausgezeichneten Lehrbuch für den Studierenden bestimmt.

PROWAZEK, Dr. S. von, Taschenbuch der mikroskopischen Technik der Protistenuntersuchung. 66 S. 1907 . . . . Gebunden und mit Schreibpapier durchschossen M. 2.—.

Der Verfasser ist tätig im Reichsgesundheitsamt und zurzeit in Batavia auf einer wissenschaftlichen Exkursion. Es dürfte kaum jemand anders besser befähigt gewesen sein, eine Methodik und Technik der Protistenuntersuchung für Mediziner zu schreiben, wie er, und es wird daher das kleine Büchlein überall da, wo über den Gegenstand gearbeitet wird, von Bakteriologen und Zoologen gern zur Hand genommen werden.

DIEUDONNÉ, Prof. Dr. A., Immunität, Schutzimpfung und Serumtherapie. Zusammenfassende Übersicht über die Immunitätslehre. 4. umgearbeitete Aufl. gr. 8°. VI und 210 S. 1905 . . . . M. 6.—, geb. M. 7.—.

KRAEPELIN, Prof. Dr. Emil, Psychiatrie. Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte. 7. vielfach umgearbeitete Auflage. 2 Bände. 1903/4.

Bd. I. **Allgemeine Psychiatrie.** XV, 408 S. 1903 . . . . M. 12.—, geb. M. 13.20.
Bd. II. **Klinische Psychiatrie.** XIV, 892 S. mit 53 Abbildungen und 13 Tafeln. 1904. M. 23.—, geb. M. 24.50.

Schmidt's Jahrbücher: Der Ref. hat K.s Buch schon wiederholt das beste deutsche Lehrbuch der Psychiatrie genannt. Es ist es auch heute noch . . . Es ist mit der Behauptung nicht zu viel gesagt, daß K.s Buch jetzt weit über allen steht, die das gleiche Ziel verfolgen.

SCHRÖDER, Dr. G., und **Dr. F. Blumenfeld, Handbuch der Therapie und chronischen Lungenschwindsucht.** Mit besonderer Berücksichtigung der Tuberkulose der oberen Luftwege. VIII, 996 S. Mit 64 Abbildungen und 1 Tafel. 1904. M. 25.—, geb. M. 27.50.

Deutsche medizin. Wochenschrift: . . . Bestimmt ist das Werk in erster Linie natürlich, schon wegen der Betonung der Therapie, für den Praktiker. . . . Aber, über den durch den Titel gesteckten Rahmen hinausgehend, bietet es in allen Fragen der Tuberkulose über die Ergebnisse der wissenschaftlichen (auch der modernsten) Forschung eine übersichtliche Zusammenfassung, so daß es zum eingehenden Studium des gegenwärtigen Standes der weitverzweigten Tuberkuloselehre als durchaus geeignet erscheint. Daß die einzelnen Kapitel mit recht reichhaltiger Literaturangabe versehen sind, sei schließlich noch als eines besonderen Vorzuges gedacht.

ZACHARIAS, Johannes und **Mathias MUESCH,** Ingenieure in Berlin. **Konstruktion und Handhabung elektromedizinischer Apparate.** VIII, 292 S. mit 209 Abb. 1905. M. 8.—, geb. M. 9.—.

Die Verfasser haben es unternommen, unter zweckentsprechender Auswahl die in der Heilkunde gebrauchten Apparate ihrer Konstruktion und Handhabung nach darzustellen, bei welchen die Elektrizität direkt oder indirekt Verwendung gefunden hat. Das Werk bildet in seiner sachgemäßen und leichtverständlichen Darstellung eine sowohl für Ärzte als auch Ingenieure und Mechaniker wertvolle Übersicht und eingehende Anleitung.

HOFFMANN. Stabsarzt Dr. W., Leitfaden der Desinfektion für Desinfektoren, Verwaltungsbeamte, Tierärzte und Ärzte. IX, 138 S. mit 105 Abbildungen. 1905. Kart. M. 3.—.

Der vorliegende „Leitfaden der Desinfektion" soll eine ausführliche Besprechung der Desinfektionslehre mit besonderer Berücksichtigung der am meisten im Gebrauch befindlichen Methoden bringen; es ist deshalb auf eine eingehende Beschreibung der verschiedenen Desinfektionsapparate und der mannigfachen Anwendungsweisen der wichtigsten Desinfektionsmittel besonderer Wert gelegt. Möglichst viele Abbildungen sollen das Verständnis der einzelnen Methoden erleichtern.

PARREIDT, JUL., Zahnheilkunde. Ein kurzes Lehrbuch für Studierende und Ärzte. 3. Auflage. 8°. VIII, 344 S. mit 80 Abbildungen. 1900 . . Gebunden M. 6.75.

Wiener klin. Rundschau: Schon die zweite Auflage des kleinen aber doch vorzüglich bearbeiteten Buches hat durch sein baldiges Vergriffensein bewiesen, daß der Autor einem notwendigen Bedürfnisse Rechnung getragen hat. Heute liegt die dritte Auflage zur Besprechung vor und man kann seinem Inhalte und dessen Bearbeitung nur die vollste Anerkennung zollen. Verfasser hat einen kurzen aber lehrreichen Wegweiser geschaffen, der namentlich für Studierende und praktische Ärzte, von denen die letzteren ganz besonders großen Nutzen ziehen werden, ein ausgezeichnetes Nachschlagebuch abgibt. Das Buch ist mit großer Sachkenntnis zusammengestellt und zeigt auf jeder Seite den tüchtigen Praktiker.

KRAEPELIN, Dr. Emil, Professor an der Universität München. **Einführung in die psychiatrische Klinik.** 32 Vorlesungen. 2. durchgearbeitete Auflage. XII, 374 S. 1905. M. 9.—, geb. M. 10.—.

Nicht nur das Lehrbuch, dessen 7. Auflage im vorigen Jahre erschien, erfreut sich der allgemeinen Beliebtheit bei Studierenden und Ärzten, sondern auch die „Psychiatrische Klinik", deren erste im Jahre 1901 erschienene Auflage längere Zeit vergriffen war und nun durch die überarbeitete und vermehrte 2. Auflage ersetzt wird.

RÖTTGER, Dr. H., Lehrbuch der Nahrungsmittel-Chemie. 3. vermehrte und verbesserte Auflage. XIV, 901 S. mit 22 Abbildungen u. 1 farb. Tafel. 1906. M. 16.—, geb. M. 17.—.

Hygienische Rundschau: Trotz seines immerhin geringen äußeren Umfanges bringt dieses Buch ein großes Material und behandelt die gestellte Aufgabe geradezu erschöpfend.

Dies ist wohl nur dadurch möglich gewesen, daß der Verfasser dieses Lehrbuches als Oberinspektor der Königl. Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genußmittel in Würzburg den Gegenstand aus langjähriger Laboratoriumstätigkeit und Praxis als Gutachter völlig beherrscht. Die kritische Behandlung, die klare Darstellung des Inhalts, sowie die ausgezeichneten Literaturangaben verleihen diesem Buche seinen Wert.

KÜHNEMANN, Stabsarzt Dr., Praktische Diagnostik der inneren Krankheiten. Mit besonderer Berücksichtigung der Differential-Diagnostik. XVIII, 393 Seiten. 1901. M. 8.40, gebunden M. 10.—.

Berliner Klinische Wochenschrift: Die vorliegende Diagnostik ist in erster Linie für den praktischen Gebrauch bestimmt. Sie stellt deshalb nicht eine bloße Aneinanderreihung von Krankheitsbildern dar, sondern sucht dieselben zu Gruppen symptomatisch ähnlicher Krankheiten zu vereinigen, um im speziellen Falle die Aufmerksamkeit des Untersuchers auf alle für die Diagnose in Frage kommenden Gesichtspunkte hinzulenken und eine präzise Differentialdiagnose zu ermöglichen.

SPAETH, Dr. Eduard, Die chemische und mikroskopische Untersuchung des Harnes. Ein Handbuch zum Gebrauch für Ärzte, Apotheker, Chemiker und Studierende. 2. neubearbeitete Auflage. XX, 532 S. mit 75 in den Text gedruckten Abbild. und 1 (farbigen) Spektraltafel. 1903 . . . . . . M. 10.—, gebunden M. 11.—.

Münchener medizin. Wochenschrift: Es ist mit Freude zu begrüßen, daß ein Chemiker, und zwar ein durch seine Stellung beim Medizinalkomitee und der k. Untersuchungsanstalt, sowie durch zahlreiche Untersuchungen auf dem Gebiete der angewandten Chemie ganz hervorragend dafür geeigneter Chemiker ein derartiges Handbuch geschrieben hat. Der Hauptvorzug desselben liegt daher auch in der Beurteilung des Wertes der zahlreichen beschriebenen Methoden, welche, mit fetter Schrift gedruckt, die Auswahl der passendsten außerordentlich erleichtert. In erster Linie wird das Buch wohl von Apothekern und Chemikern benutzt werden. . . . Es kann aber auch dem Studierenden der Medizin und vor allen Dingen dem praktischen Arzte das Spaethsche Buch als ein zuverlässiger Ratgeber auf das wärmste empfohlen werden.

BUNGE, Prof. Dr. chem. et med. G. von, Lehrbuch der organischen Chemie für Mediziner. In 17 Vorträgen. IV, 268 S. 1906 . . . . M. 7.—, geb. M. 8.25.

Auch der Mediziner ist jetzt gezwungen, sich in alle Zweige der organischen Chemie einen Einblick zu verschaffen. Es gibt kaum ein Kapitel dieses Faches, das nicht bereits Anwendung gefunden hätte in der Physiologie, der Pathologie, der Pharmakologie, der Hygiene etc. Deshalb hat Professor von Bunge den Gegenstand für den Anfänger in einer solchen Form dargelegt, daß dieser nicht von vornherein ermüdet und das Interesse verliert. Bei seiner bekannten glänzenden Schreibweise steht es außer aller Frage, daß das Buch nicht nur im Kreise der Medizin-Studierenden, sondern auch darüber hinaus lebhafte Anerkennung finden wird.

DÖNITZ, W., Die wirtschaftlich wichtigen Zecken, mit besonderer Berücksichtigung Afrikas. VIII, 127 S. mit 38 Abbild. auf 6 Taf. 1907 . . M. 5.—, geb. M. 5.80.

Joseph, Dr. Max, und J. B. van Deventer, Dermato-Histologischer Atlas. VI, 48 S. mit 53 farbigen Abbildungen auf 24 Tafeln. 1906. Klein-Folio . . . . M. 15.—.

Dermatologische Zeitschrift: Der Dermatologische Atlas von M. Joseph und J. B. van Deventer entspricht in Wirklichkeit einem tief empfundenen Wunsche aller, die sich wissenschaftlich und praktisch mit Hautkrankheiten beschäftigen. Schon seit langem und überall ist unser gelehrter Kollege Joseph als einer der besten Kenner moderner Technik und Lehrer für Mikro-Dermatologie rühmlich anerkannt. In dem Oberstabsarzt der niederländisch-ostindischen Armee J. B. van Deventer war ein wissenschaftlicher Mitarbeiter gewonnen, dessen zeichnerische Begabung und sachverständige Auffassung ihn zu dem schwierigen Werk künstlerischer Reproduktion destinierten. Man vergleiche seine eigenen, selbst angefertigten Schnitte mit den dargestellten Bildern und wird sich von deren Echtheit gewiß jedesmal überzeugen. Auch kann ein Kenner, ohne Blick auf die Bezeichnung, alle ihm geläufigen Krankheitsstrukturen bestimmt erkennen. Kurz, jede Tafel stellt das Gewordene, die lebendige pathologische Anatomie in klaren, faßlichen und überzeugenden Anschauungen dar. Dazu ein knapper, alles Wissenswerte erschöpfender Text, welcher jedem Autor sein Recht gibt, jedwede Färbung und Beurteilung auf den ursprünglichen Forscher zurückführt. Kein Assistent, der sich zu wissenschaftlicher Dermatologie durcharbeiten, kein Dozent, der auf mikrologischer Grundlage lehren will, wird ohne die hier gebotene Handhabe auskommen mögen. Dazu eine musterhafte Ausstattung und ein nur mäßiger Preis. Den Herausgebern sage ich öffentlich meinen ergebenen und herzlichen Dank. O. Lasser.

Medizinische Klinik: Der neue Josephsche Atlas, gezeichnet von dem niederländisch-indischen Oberstabsarzt van Deventer, bietet eine große Zahl flott und naturgetreu dargestellter histologischer Hautkrankheitsbilder. Der Gesamteindruck des Schnittes ist durchweg in sehr charakteristischer Weise getroffen. Vor allem ist das wichtige, das die schwache Vergrößerung in einem Übersichtspräparat zeigen kann, sehr gut ausgedrückt, und namentlich auch in dem von Joseph geschriebenen Text hervorgehoben. Feinere Details sind vielfach mit stärkerer Vergrößerung daneben gezeichnet. Das Werk ist sehr handlich, vorzüglich klar gedruckt und angenehm ausgestattet und wird als Mittel zur Übersicht über die Histopathologie der Haut von großem Werte sein. Da es sich um naturgetreue Bilder einzelner Schnitte handelt, wird besonders der Anfänger im Gebiete der Hauthistologie brauchbare Vergleichsstücke für seine eigenen Präparate in diesem Atlas vorfinden.

MENSE, Dr. C., Handbuch der Tropenkrankheiten. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgelehrten des In- und Auslandes. 3 Bände.

Band I: gr. 8°. XII, 354 S. mit 124 Abbildungen im Text und auf 9 Tafeln. Brosch. M. 12.—, gebunden M. 13.50.
Band II: gr. 8°. XI, 472 S. mit 126 Abbildungen im Text und auf 18 Tafeln. Brosch. M. 16.—, gebunden M. 17.50.
Band III: gr. 8°. XVIII, 818 S. mit 315 Abbildungen im Text und auf 13 Tafeln. Brosch. M. 28.—, gebunden M. 29.80.

Münchener medizinische Wochenschrift: Es ist nicht möglich, alle Vorzüge des Buches einzeln aufzuzählen, ebensowenig wie es richtig ist, sich durch einzelne abweichende Ansichten, die bei dem in mancher Beziehung noch wenig geklärten Gebiet nicht so selten sein mögen, im Genuß des Ganzen stören zu lassen. Gefälliger, übersichtlicher Druck, technisch vollendete Abbildungen und vorzügliche Tafeln, ferner ein ausgiebiges alphabetisches Verzeichnis harmonieren mit dem Inhalt.

Der Kreis der Leser beschränkt sich nicht auf den Tropenmediziner: die Varietät der Krankheit ist oft zum Schlüssel der Erkenntnis geworden; jedes Forschungsgebiet muß sich die Varietäten seines Faches zu eigen machen.

Deutsche militärärztl. Zeitschrift: Die deutliche, sehr übersichtliche Druckweise ist wohlgeeignet, die Benutzung des Buches als Nachschlagewerk wesentlich zu erleichtern; die zahlreichen schönen Abbildungen gereichen ihm nicht nur zur Zierde, sondern erhöhen auch beträchtlich seinen Belehrungswert.

Archiv für Dermatologie: In erster Linie wird das Buch demjenigen, der sich praktisch und theoretisch in eingehender Weise mit dem Kapitel beschäftigt, ein ausgezeichneter Führer sein. Aber auch für uns, die wir bei dem jetzigen internationalen Verkehr gar nicht so selten in der Sprechstunde mit tropischen Hautaffektionen zu tun bekommen, wird das Buch ein guter, schnell orientierender Ratgeber sein. Es sei als die beste deutsche Darstellung der tropischen Hautkrankheiten aufs wärmste empfohlen.

The Lancet: We can only say that if the succeeding volumes maintain the standard of excellence of the first the student of tropical medicine is to be congratulated.

HACLESY und Sigismund, DDr. med., Englisch für Mediziner. Mit Aussprachebezeichnung von C. Just. VIII, 180 S. . . . . Gebunden M. 4.—.

OLIVIER und Sigismund, DDr. med., Französisch für Mediziner. Mit Anhang: Französisches Leben von P. v. Melingo. VIII, 208 S. . . . . . Gebunden M. 4.—.

Diese beiden Bücher setzen da ein, wo die gewöhnlichen Sprachlehrbücher aufhören. Jedem Mediziner, der in Badeorten oder Städten mit Fremdenverkehr praktiziert, der in fremde Länder gehen oder als Schiffsarzt Anstellung nehmen will, können die Bücher bestens empfohlen werden.

WASIELEWSKI, Stabsarzt Dr. von, Studien und Mikrophotogramme zur Kenntnis der pathogenen Protozoen.

1. Heft: **Untersuchungen über den Bau, die Entwicklung und über die pathogene Bedeutung der Coccidien.** V, 96 S. mit 27 Abbildungen und 7 Lichtdrucktafeln. (62 Mikrophotogr.). 1904 . . . . M. 6.—.



